



Синхротронное и терагерцовое излучение: генерация и применение

С 13 по 17 июля в ИЯФе прошла Международная конференция «Синхротронное и терагерцовое излучение: генерация и применение». Она стала двадцать третьей в серии конференций по генерации и применению синхротронного излучения (СИ), а также генерации и применению терагерцового излучения из лазера на свободных электронах, которые с 1975 года проходят в Новосибирске раз в два года.

Было зарегистрировано 169 участников: из Китая, Франции, Дании, Германии, Японии, Республики Кореи, Швеции, Швейцарии, Великобритании, США, а также из России — Екатеринбург, Гатчины, Иркутска, Ижевска, Калининграда, Королева, Красноярска, Москвы, Нижнего Новгорода, Новосибирска, Самары, Томска.

В связи с пандемией коронавирусной инфекции конференция прошла в он-лайн режиме с использованием программного продукта ZOOM. Было представлено 75 устных докладов в семи секциях. Администрировали конференцию Александр Маруков и Максим Кузин, которые все дни помогали ведущим сессий, следили за порядком выступлений, участниками, делали запись докладов и выкладывали их в Интернет.

Работала традиционная сессия «стендовых» докладов, на которой было представлено (загружено в InDiCo) 77 постеров. Специально была разработана интернет-система для того, чтобы участники

могли дистанционно задавать вопросы авторам постеров и получать на них ответы.

Во время конференции работали следующие секции: объединённые секции «Источники СИ и ЛСЭ» и «Вставные устройства» (6 приглашённых докладов, 3 устных и 16 стендовых); секция «Технологические СИ применения и аппаратура для рентгеновского излучения» (12 устных докладов и 21 стендовый); секция «Рентгеновская спектроскопия» (10 устных докладов, один из них пленарный, а также 11 стендовых докладов); секция «Структурные исследования» (17 устных и 11 стендовых докладов); секция «Применение терагерцового излучения» (5 приглашённых, 8 устных и 7 постерных докладов); секция «Рентгено-флюоресцентный анализ» (3 устных доклада и 12 стендовых докладов).

ЦКП «СКИФ»

16 июля в рамках конференции SFR-2020 состоялось заседание специализированной секции, посвященной текущему состоянию реализации проекта строительства источника синхротронного излучения поколения 4+ «СКИФ». При подготовке работы секции предполагалось не только информирование общественности о статусе работ по этому проекту, но и сбор замечаний и комментариев от известных мировых экспертов в области создания источников СИ, а также опытных пользователей и создателей станций в известных центрах СИ. Группы таких экспертов были приглашены на презентации секции,

Продолжение на стр. 7.

В ИЯФ СО РАН разработан и успешно испытан прототип клистроны s-диапазона. Достигнута выходная СВЧ мощность 50 МВт при токе клистроны 340 А.

Дирекция и ученый совет поздравляют коллектив лабораторий, научно-конструкторского отдела, экспериментально-производственного производства и всего института с этим успехом.

Уважаемые читатели, пандемия по-прежнему корректирует нашу жизнь, однако редакция стремится наверстать прошедшие месяцы и познакомить вас с наиболее важными событиями, которые произошли за это время. Но о главных событиях дней сегодняшних мы тоже расскажем.

*Берегите себя и своих близких,
редактор «Э-И»
И. Онучина.*



Итоги конкурса молодых ученых

По многолетней традиции конкурс молодых ученых прошел в мае, заседание всех секций было организовано в формате он-лайн конференции с использованием платформы ZOOM.

Секция «Физика элементарных частиц»

1. Грибанов Сергей Сергеевич: «Пакет кинематической реконструкции для детектора КМД-3». Рук. Попов Александр Сергеевич.

2. Шакирова Тамара Маратовна: «Идентификация ионов во время-проекционной камере низкого давления для ускорительной масс-спектрометрии». Рук. Бузулуцков Алексей Федорович.

2. Коваленко Евгений Александрович: «Измерение сечений процессов $e^+e^- \rightarrow Y(1S, 2S)\eta$ и $e^+e^- \rightarrow Y(1S)\eta'$ с детектором Belle». Рук. Гармаш Алексей Юрьевич.

3. Усков Артем Александрович: «Изучение процесса $e^+e^- \rightarrow K_s^0 K_x^0$ с детектором КМД-3 на ВЭПП-2000». Рук. Федотов Геннадий Васильевич.

3. Петров Никита Александрович: «Изучение процесса $e^+e^- \rightarrow KSKL$ в диапазоне энергий 1,05–2,00 ГэВ с детектором КМД-3». Рук. Лукин Петр Анатольевич.

3. Любякин Алексей Александрович: «Вычисление полного борновского сечения процесса $e^+\gamma \rightarrow e^+\mu^+\mu^0$ при произвольных энергиях». Рук. Ли Роман Николаевич.

Жюри отметило высокий уровень следующих работ, представленных в этой секции.

Стоцкий Вячеслав Андреевич: «Вычисление полного борновского сечения процесса $\gamma e \rightarrow \gamma \gamma e$ при произвольных энергиях с учетом ограничения на минимальную измеряемую энергию фотона». Рук. Ли Роман Николаевич.

Прохорова Екатерина Сергеевна: «Разработка прототипа электромагнитного калориметра для Супер

C-Tau фабрики». Рук. Епифанов Денис Александрович.

Секция «Физика ускорителей»

1. Арсентьева Мария Васильевна: «Моделирование динамики пучка ускорителя ЛУЭ-200». Рук. Левицев Алексей Евгеньевич.

1. Балакин Виталий Витальевич: «Коллективные эффекты на накопителе-охладителе инжекционного комплекса ВЭПП-5». Рук. Еманов Федор Александрович, Беркаев Дмитрий Евгеньевич.

2. Тимошенко Максим Вадимович: «Пооборотные измерения колебаний сгустка в коллайдере ВЭПП-2000 с использованием прибора на основе линейки фотодиодов». Рук. Шварц Дмитрий Борисович.

2. Денисов Андрей Петрович: «Электронная пушка с управляемым профилем и высокой плотностью пучка для высоковольтных систем электронного охлаждения». Рук. Пархомчук Василий Васильевич.

2. Горн Александр Андреевич: «Сравнение измерений самодулированного протонного пучка в эксперименте AWAKE с численными расчетами». Рук. Лотов Константин Владимирович.

Секция «Физика плазмы»

1. Сандалов Евгений Сергеевич: «Теоретическое и экспериментальное исследование поперечной неустойчивости электронного пучка в ЛИУ с энергией 10 МэВ». Рук. Сидницкий Станислав Леонидович.

2. Бруль Александр Владимирович: «Формирование мощных ионных пучков в ИОС с перестраиваемым напряжением». Рук. Дейчули П. П.

3. Волчок Евгения Павловна: «Теория излучения пучково-плазменной антенны вблизи второй гармоники плазменной частоты». Рук. Тимофеев Игорь Валерьевич.

3. Спицын Роман Игоревич: «Разрушение плазменной кильватерной волны при образовании электронно-

го гало». Рук. Лотов Константин Владимирович.

3. Черепанов Дмитрий Евгеньевич: «Динамика деформации вольфрамовой пластинки, подвергшейся импульсному тепловому воздействию». Рук. Вячеслав Леонид Николаевич.

Секция «Синхротронное излучение»

1. Требушин Андрей Евгеньевич: «Ондулятор с уширенными гармониками для быстрой XAFS спектроскопии». Рук. Ракшун Яков Валерьевич.

1. Камешков Олег Эдуардович: «Исследование волновых и субволновых решёток для терагерцовой плазмоники». Рук. Князев Борис Александрович.

2. Мищенко Денис Давыдович: «In Situ рентгенодифракционные исследования La₂-xСахNiO₄ в средах с различным парциальным давлением кислорода». Рук. Шмаков Александр Николаевич.

2. Казанцев Сергей Романович: «Измерение динамики дифракции синхротронного излучения на монокристалле вольфрама при импульсном нагреве и восстановление динамики распределения деформаций в образце». Рук. Аракчеев Алексей Сергеевич.

3. Осинцева Наталья Дмитриевна: «Генерация закрученных и векторных пучков в ТГц диапазоне». Рук. Чопорова Юлия Юрьевна.

3. Разумов Николай: «Расчет тепловых нагрузок рентгеновской зеркальной оптики источника синхротронного излучения СКИФ». Рук. Толочко Борис Петрович.

Конкурс был объединен с отчетной конференцией студентов и аспирантов СЦСТИ. Жюри отметило грамотой следующий доклад: Балаш Илья Ильич: «Измерение релаксации вольфрама при нагреве после импульсного теплового воздействия». Рук. Толочко Борис Петрович.



Секция «Радиофизика»

1. Крылов Андрей Александрович: «Разработка системы заряда емкостных накопителей». Рук. Беликов Олег Витальевич.

2. Морсин Александр Александрович: «Испытательный стенд секции импульсного питания транспортного канала НИКА». Рук. Сингагулин Шавкат Рахимович.

3. Винник Дмитрий Сергеевич: «Система питания магнитных корректоров станции электронного охлаждения заряженных частиц HVNICA». Рук. Беликов Олег Витальевич.

Секция «Автоматизация»

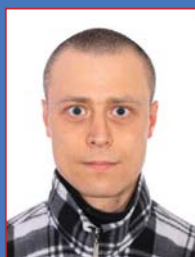
1. Радченко Олеся Владимировна: «Стенд для проверки электроники системы MTD детектора CMS». Рук. Талышев Алексей Александрович.

2. Ремнев Михаил Анатольевич: «Интеграция ПО в системе сбора данных детектора Belle II». Рук. Кузьмин Александр Степанович.

2. Зубакин Александр Сергеевич: «Классификация коллинеарных событий методами машинного обучения с детектором КМД-3». Рук. Логашенко Иван Борисович.

3. Глушак Анастасия Андреевна: «Алгоритм вычисления характеристик сигналов электромагнитного калориметра Супер С-гау фабрики». Рук. Жуланов Владимир Викторович.

3. Серёдкин Александр: «Разработка методов реконструкции и анализа трёхмерной структуры движущихся объектов». Рук. Маркович Дмитрий Маркович.



Поздравляем

с защитой диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук

**Андрея Владимировича
Грабовского.**

Поздравляем!

Ученая степень кандидата физико-математических наук присуждена:



**Роману Евгеньевичу
Герасимову,**

Ивану Сергеевичу Емелову,



**Евгению Анатольевичу
Козыреву,**

**Виктору Викторовичу
Куркучекову,**



**Александр Сергеевичу
Руденко.**



Поздравляем!

Ученая степень кандидата технических наук присуждена:



**Екатерине Александровне
Пурьге,**

**Сергею Викторовичу
Синяткину.**





ИТЭР строится несмотря ни на что



28 июля нынешнего года стало одной из важных дат в истории создания ИТЭРа: началась сборка Международного термоядерного экспериментального реактора.

Это событие прошло в онлайн-режиме, трансляция осуществлялась со стройплощадки проекта в коммуне Сен-Поль-ле-Дюранс (Франция). Были показаны видеозаписи Президента Франции Эммануэля Макрона, генерального директора Госкорпорации «Росатом» А. Е. Лихачева, секретаря Департамента энергетики США Дэна Бруйетта и других представителей стран-участниц проекта. С обращением к собравшимся выступил также генеральный директор Международной организации ИТЭР Бернар Биго. А. Е. Лихачев зачитал приветствие участникам мероприятия от Президента Российской Федерации В. В. Путина. Генеральный директор Госкорпорации «Росатом» отметил также, что проект ИТЭР — это яркий пример открытой научной, технологической кооперации, подчеркнув, что Россия выполняет свои обязательства в этом проекте по внесению натурального и финансового взноса в полном объеме и в строгом соответствии с графиком.

ИЯФ СО РАН принимает активное участие в этом проекте. О том, как идут работы по выполнению договорных обязательств, наш корреспондент попросил рассказать заведующего лаб. 10 д.ф.-м.н. Александра Владимировича Бурдакова.

— В начале сборки ИТЭРа пока нет ияфовских изделий, но у нас уже есть различные макеты, то есть это опытные изделия, без которых ничего нельзя начинать делать, так как сначала нужно отработать технологии. Сейчас четыре наших специалиста командированы в центральное агентство. Там они занимаются многими вопросами, в том числе вопросами стандартизации: продвигают ияфовские разработки и для участников проекта, и для всего мира. Эти разработки уже взяли на вооружение многие государства, участники проекта.

Нужно сказать, что все технологии, осваиваемые в ИЯФе, нужны не только институту, они нужны и России, и всему миру. То, что делается сейчас для создания ИТЭРа, не делалось нигде и никогда. Все делается впервые, под контролем многочисленных надзорных органов: к нам уже приезжали с проверкой специалисты из ИТЭРа. Это проводится следующим образом. В расписании производства есть контрольные точки: в определенный день должна быть проведена какая-то операция. Об этом ставят в известность и российское агентство, которое находится в Москве, и ИТЭР. Оттуда приезжают специалисты, проверяют готовность и дают разрешение для продолжения работы.

Сложные расчеты конструкции

В 2021 году мы должны сделать диагностический защитный модуль (ДЗМ). Вся конструкция должна быть подтверждена несколькими видами расчетов. Механические расчеты делаются с помощью специальных программ, которые моделируют

Все технологии, осваиваемые в ИЯФе, нужны не только институту, они нужны и России, и всему миру. То, что делается сейчас для создания ИТЭРа, не делалось нигде и никогда.

различные воздействия на устройство, например, землетрясение. Есть посчитанная вероятность того, какие могут быть землетрясения, и устройство должно их выдержать и

сохранить безопасность.

Другая часть — это тепловые расчеты. Дело в том, что ИТЭР — это реактор, в котором за счет термоядерного горения плазмы выделяется огромная мощность в 500 МВт. Эта мощность в виде потока нейтронов поглощается в элементах конструкции, которые охлаждаются водой (испытательное давление до семидесяти атмосфер). Нужно не допустить перегрева конструкции ни в одной точке, это достигается сложной системой охлаждающих каналов, просверленных прямо в теле стальной конструкции. Все это нужно надежно обеспечить. Для этого делаются сложнейшие тепловые расчеты.

Еще одна, очень важная часть расчетов — это нейтронные расчеты. Порт-плаг должен обеспечить нейтронную защиту персонала, который будет обслуживать все диагностики. При этом необходимо учитывать, что есть ограничения по весу, который не должен превышать определенно-го предела.

Все вместе — суперсложная задача. В течение пяти лет наши конструкторы, расчетчики из разных ор-



ганизаций совместно с нашим российским агентством, а также центральной командой занимались всеми этими вопросами. В настоящий момент все проблемы решены, в ближайшие месяцы предстоит завершить дизайн.

Нынешнее состояние дел по договору с ИТЭРом

В ИЯФе есть несколько компонентов, которые будут поставлены на ИТЭР. Наиболее важное — то, что будет поставляться к первой плазме, получить которую намечено в 2025 году, хотя в связи с пандемией даты будут уточняться. Прежде всего, экваториальный порт, который будет изготавливаться у нас, собирать и интегрировать его тоже будут наши специалисты. Кроме этого мы занимаемся тремя верхними портами и двумя диагностиками.

Сейчас состояние работ по изготовлению экваториального порта в следующей стадии. Завершается создание его модели, практически она уже в финальной стадии, когда ничего нельзя будет изменить в конструкции. Приближается фаза начала изготовления частей этого порт-плага, которые называются диагностический защитный модуль. Общий вес порт-плага примерно 50 тонн (что сравнимо с весом танка Т-90). В корпус порт-плага, который изготавливается в Германии на заводе MAN, будет вставляться диагностический защитный модуль, который будут изготавливать наши специалисты и эта конструкция должна точно войти в корпус.

Эти модули должны обеспечить доступ диагностик к плазме. Когда появится первая плазма, ее нужно будет чем-то зарегистрировать, для этого-то и нужны диагностики. К этому моменту должны быть готовы два порта: один делают у нас, второй — в Китае. Это обязательная часть всего проекта.

Корпус привезли из Германии, его установили на кантователь, с помощью сварочных автоматов приварили фланцы, затем начались рабо-

ты по установке внутрь диагностических защитных модулей. После завершения этой работы, здесь, у нас, должны будут пройти окончательные сварочные работы и тестирование. Затем конструкцию весом более пятидесяти тонн нужно будет запаковать и отправить на специальном трейлере через всю Россию во Францию.

Упаковка очень сложная: в герметичную тару, заполненную чистым

азотом, будут установлены датчики давления, ускорения — при транспортировке ничего не должно случиться. Выходная приемка будет здесь, у нас, а входная — во Франции. Это основной вариант доставки, хотя проработан и другой — на транспортном самолете «Руслан», но он намного дороже.

Продолжение на стр. 6.



В 2019 году в ИЯФе завершилось создание высокотехнологичного испытательного стенда — чистой комнаты 30×36×23м со стабильной температурой, уровнем влажности и содержанием пыли с размером частиц больше 5 мкм не выше 3000 частиц/см³. Помещение предназначено для сборки и тестирования диагностических систем ИТЭР и их монтажа в порт-плага. Различные элементы будут доставлены в ИЯФ из стран-партнеров ИТЭР, а также от российских организаций.

Так выглядело здание, где построена интеграционная площадка, в октябре 2017 года.





ИТЭР строится несмотря ни на что

Начало на стр. 4.

Конструкцию порт-плага разрабатывали наши конструкторы. Так как эти два порт-плага должны быть готовы к первой плазме, то их изготовление ведется быстрее, чем все остальное. Это означает, что разработка ведется без аналогов. Если учесть, что генеральный директор ИТЭРа Бернар Биго поставил задачу стандартизировать все порт-плагги, то кто-то должен быть первым и сделать такую конструкцию, которая была бы применима ко всем другим порт-плаггам. И решить эту задачу выпало нам. Ияфовским специалистам пришлось создавать модель порт-плага. То, что разработано в ИЯФе, является частью чертежа всего ИТЭРа. Должна быть очень точная привязка к определенным точкам, и когда делается виртуальная модель, она сразу встраивается в нужное место. Передовых порт-плаггов два: наш — №11 и китайский — №12. Китайцы методом последовательных приближений фактически делают его по нашему образцу.

Подготовка к производству

Чтобы получить разрешение на начало производства необходимо подготовить пакет документов, из которого должно быть понятно, что ияфовское производство в состоянии изготовить все изделия с должным уровнем качества. Все это контролируется международными аудиторами. ИТЭР стал катализатором введения системы менеджмента качества во всем институте, для этого создан специальный отдел — служба менеджмента качества (А. А. Шошин). У всех конструкторов, которые занимаются ИТЭРом, уже есть международные сертифи-

каты, а их рабочие компьютеры непосредственно связаны с базой данных ИТЭРа.

Также должны быть сертифицированы рабочие, например, сварщики: у них тоже должен быть международный сертификат. На производстве появилось много нового современного оборудования. Например, приобретен станок для технологии глубокого сверления, много различного оборудования для тестирования рентгена, вакуума и так далее.

Практически все службы под началом главного инженера (И. Н. Чуркин) участвовали в создании нашей интеграционной площадки.

Нужно сказать, что участие в проекте ИТЭР качественно изменило работу многих подразделений института. Так, плановый отдел, отдел снабжения сейчас работают в условиях Росатома, что означает казначейское сопровождение, строгий контроль. Все это — новые, сложные навыки, которые освоили специалисты этих отделов, и это положительно сказывается на других больших проектах, которые также активно развиваются в ИЯФе

Сроки изготовления очень жесткие: поставить наши изделия предстоит в 2024 году, но уже сейчас активно ведется работа по сертификации, по всем технологическим процессам. Все это должно быть согласовано и утверждено.

Несмотря на пандемию, работы идут полным ходом. Когда в период карантина нужно было выполнить срочные работы, люди в ИЯФе работали очно, конечно, с соблюдением всех необходимых мер безопасности. В этот период работали не только мы, но и все организации в России, связанные с ИТЭРом. Так, НИИФА во время пандемии поставлял необходимые компоненты для ИТЭРа грузовиками через пять стран, хотя тогда были закрыты все границы. Было принято специальное решение Евросоюза, которое позволяло машинам из России с грузом для ИТЭРа проезжать беспрепятственно. Эта организация имеет исключительные права, которые не зависят ни от политики, ни от санкций, ни от вируса: ИТЭР строится несмотря ни на что.

ИТЭР — это международный проект, который имеет несколько составляющих: научную, техническую, организационную, и объединяет абсолютно разные страны и в политическом отношении, и с разным менталитетом. Однако несмотря ни на что, вся эта система успешно работает.

Послесловие

Участие в работах по строительству ИТЭРа позволило нашему институту получить совершенно новый опыт и качественно изменило работу большинства подразделений. К этой теме наша газета планирует обратиться в следующих выпусках.

И. Онучина.

Фото Н. Купиной.

*Рисунки в номере
Д. Чекменёва.*





Синхротронное и терагерцовое излучение: генерация и применение

Начало на стр. 1.

также была предусмотрена возможность высказывания мнений на общем обсуждении проекта.

На секции было представлено шесть презентаций.

Первая презентация содержала информацию о проекте и общее описание подходов к его реализации. Академик РАН В. И. Бухтияров (Институт катализа СО РАН) рассказал о зарождении идей о создании центра синхротронных исследований в Новосибирске, о правительственных постановлениях, определяющих начало работ, о выделении места под строительство и о текущем статусе данных работ.

Е. Б. Левичев (ИЯФ) рассказал о выборе основной концепции организации магнитной структуры главного кольца источника «СКИФ». Так как выбор данной структуры определяет важные пользовательские параметры излучения (в первую очередь, яркость), подчеркнул докладчик, этому необходимо уделить серьезное внимание и использовать современные подходы оптимизации магнитных структур. Предлагаемый вариант структуры является рекордным по величине равновесного эмиттанта электронного пучка, это означает, что в течение некоторого времени источник может стать самым ярким в мире.

Презентация А. Н. Журавлева (ИЯФ) была посвящена инжекционному комплексу в проекте «СКИФ». Инжекционный комплекс включает в себя линейный ускоритель (ли-нак) на 200 МэВ, бустерный син-

хротрон на полную энергию и каналы транспортировки пучков между линаком, бустером и основным кольцом. Бустерный синхротрон в проекте «СКИФ» предлагается изготовить аналогичным бустеру в проекте американского источника NSLS-II. Так как данный синхротрон был спроектирован и изготовлен в ИЯФе, в создании бустера для «СКИФа» возможно эффективное использование

Презентация Я. В. Ракшуна (ИЯФ) представляла пользовательские станции первой очереди проекта. На данной стадии предполагается создать шесть широкопрофильных станций, позволяющих реализовать наиболее популярные и востребованные исследовательские методики с использованием синхротронного излучения.

Презентация И. Н. Чурукина (ИЯФ) была посвящена строительным вопросам проекта. Рассматривались варианты строительства комплекса зданий, их функциональные назначения. Подробно были рассмотрены предлагаемое место строительства, график и особенности выполнения работ.

В процессе бурной дискуссии многие зарубежные специалисты высказали конструктивные предложения по многим, представленным в презентациях вопросам. В целом сообщество активно поддержало большинство подходов в реализации проекта. Было выдвинуто предложение, проводить регулярные совещания в процессе его реализации.

На закрытии конференции было принято решение считать ее успешной, а опыт по дистанционному проведению принять к сведению.

*А. Д. Николенко,
ученый секретарь
конференции, к.ф.-м.н.*

*М. В. Кузин,
технический координатор
конференции, к.т.н.*



Александр Маруков администрировал конференцию в он-лайн режиме с использованием программного продукта ZOOM со своего рабочего места. Фото М. Кузина.

существующих технологий и опыта, что значительно сокращает время и средства.

Презентация Н. А. Мезенцева (ИЯФ) была посвящена проектам сверхпроводящих устройств генерации излучений в проекте «СКИФ». В первой очереди источника предполагается использовать пять подобных устройств: два сверхпроводящих вигглера и три сверхпроводящих ондулятора. Подобные устройства, созданные в нашем институте, активно используются во многих зарубежных центрах, и будут востребованы в проекте «СКИФ».



Система сбора данных для Belle II

Создание системы сбора данных для международного эксперимента Belle II отмечено стипендией правительства РФ.

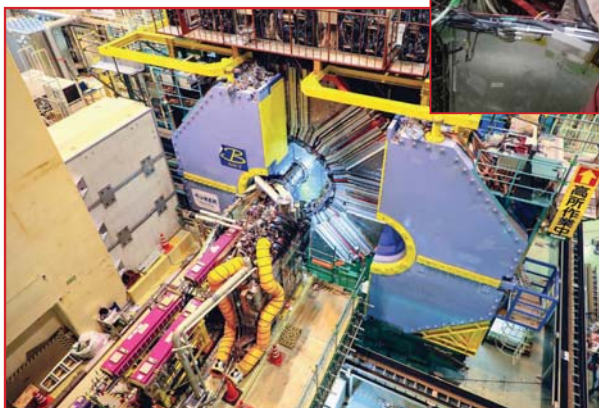
Международный эксперимент Belle II, задача которого состоит в прецизионной проверке современной теории элементарных частиц, Стандартной модели, а также в поиске явлений за ее пределами, реализуется на электрон-позитронном коллайдере SuperKEKB в Лаборатории физики высоких энергий (КЕК) в Цукубе (Япония). Активное участие в подготовке и проведении эксперимента принимают специалисты нашего института и НГУ. Например, ИЯФ полностью отвечает за корректную работу и поддержку калориметра — одной из систем детектора Belle II, регистрирующей и измеряющей энергию гамма-квантов, электронов и позитронов. Работы по созданию системы сбора данных для калориметра эксперимента Belle II были отмечены именной стипендией Правительства РФ для аспирантов. Эту стипендию получил ияфовский аспирант Михаил Ремнев (на снимке).

В июне на установке был поставлен рекорд светимости, характеризующей эффективность столкновения пучков. На данный момент полученное значение светимости самое высокое в мире. В течение нескольких последующих лет японский коллайдер достигнет своей проектной светимости, которая будет в сорок раз превосходить прежнюю величину и составит $8 \times 10^{35} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$.

ИЯФ внес большой вклад в создание ускорительного комплекса коллайдера SuperKEKB, а также детектора для экспериментов на новом коллайдере. Одна из зон ответственности ИЯФа — калориметр детектора Belle II. Эта система представляет собой набор из более чем 8000 сцинтилляционных кристаллов, и ее основная задача — регистрация и из-

мерение энергии гамма-квантов, электронов и позитронов.

— Активное участие в подготовке и проведении передового международного эксперимента Belle II принимают студенты и аспиранты ИЯФа и НГУ. Таким образом они получают уникальный опыт работы на самом современном оборудовании



довании в составе большой команды физиков и вносят свой вклад в получение новых физических результатов на самом передовом рубеже науки, — рассказывает главный научный сотрудник, заведующий лабораторией НГУ, доктор физико-математических наук А. С. Кузьмин. — Например, наш аспирант Михаил Ремнев занимался созданием системы сбора данных для калориметра Belle II. На протяжении нескольких лет он разрабатывал и продолжает совершенствовать пакет программ, которые позволяют обеспечивать считывание данных с электроники калориметра, проводить его калибровку и отслеживать в режиме реального времени корректность работы установки.

Система медленного контроля отслеживает и корректирует работу различных подсистем детектора в режиме реального времени. «Наша система сбора данных состоит из 576 модулей, — комментирует Михаил Ремнев, — они ап-

роксимируют сигнал, приходящий с кристаллов калориметра, восстанавливая его амплитуду и время, и еще 52 модуля более высокого уровня агрегируют всю полученную информацию. Система

сбора данных, разработанная в ИЯФе, способна отслеживать более 36 000 параметров работы электроники детектора. Если с качеством данных возникают какие-то проблемы, то оператору, дежурящему в пультовой или удаленно, моментально приходит извещение о неполадке и ссылка на документацию для ее исправления. Также система сбора данных следит за уровнем светимости — основной характеристикой коллайдера SuperKEKB».

По словам Михаила Ремнева, архитектура программного обеспечения для системы сбора данных хорошо продумана и удобна: «Детектор можно рассматривать как девять различных подсистем: это калориметр, дрейфовая камера, черенковский детектор, общая система триггера и другие. За работой каждой из них следит отдельная команда, но при этом все операторы должны постоянно взаимодействовать. Система сбора данных калориметра на данный момент является одной из самых стабильных, поэтому многие, разработанные в ИЯФе программные решения, используются другими командами».

По словам А. С. Кузьмина, опыт, полученный при разработке системы сбора данных для международного эксперимента Belle II, будет использован и в российских проектах, например, в Супер С-Тау фабрике, а также на уже работающих детекторах ИЯФа, направленных на изучение физики частиц: КМД-3, СНД, КЕДР.

*А. Сковородина,
руководитель пресс-службы ИЯФа.*

Пр. ак. Лаврентьева, 11, к. 423.
Редактор И.В. Онучина.
Телефон: (383)329-49-80
Эл. почта: onuchina@inp.nsk.su
Выходит один раз в месяц.

Издается
ученым советом и профкомом
ИЯФ СО РАН.
Печать офсетная.
Заказ №



Тираж 500 экз. Бесплатно.