

Д. Е. Беркаев, И. А. Кооп

КАФЕДРА ФИЗИКИ УСКОРИТЕЛЕЙ

Заведующий кафедрой: д-р физ.-мат. наук, проф. И. А. Кооп

Направление подготовки: 510420 – Физика ускорителей

Базовый институт: Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН

Сервер кафедры: <http://www/inp.nsk.su/chairs/accel/index.ru.shtm>

Кадровый состав

Беркаев Дмитрий Евгеньевич, секретарь кафедры, ассист.

Бондарь Александр Евгеньевич, чл.-корр., д-р физ.-мат. наук, доц.

Винокуров Николай Александрович, д-р физ.-мат. наук, проф.

Востриков Владимир Александрович, ассист.

Дубровин Андрей Николаевич, ассист.

Золотарев Константин Владимирович, канд. физ.-мат. наук, ассист.

Краснов Александр Анатольевич, ассист.

Кузьмин Александр Степанович, канд. физ.-мат. наук, ассист.

Отбоев Алексей Валерьевич, ассист.

Пархомчук Василий Васильевич, чл.-корр., д-р физ.-мат. наук, проф.

Переведенцев Евгений Алексеевич, доц.

Пестриков Дмитрий Васильевич, д-р физ.-мат. наук, проф.

Полуэктов Антон Олегович, канд. физ.-мат. наук, ассист.

Смалюк Виктор Васильевич, канд. физ.-мат. наук, ассист.

Шатунов Юрий Михайлович, д-р физ.-мат. наук, проф.

Шварц Дмитрий Борисович, ассист.

Широков Валерий Васильевич, канд. техн. наук, ассист.

История становления кафедры

В 1989 г. по инициативе Н. С. Диканского (в настоящее время член-корреспондент РАН, ректор НГУ), поддержанной директором Института ядерной физики СО РАН акад. А. Н. Скринским, создана кафедра физики пучков и ускорительной техники. Хотя фактически кафедра – одна из самых старых на факультете. До этого студенты, теперь уже маститые физики-ускорительщики, получали образование на кафедрах ядерной физики и радиофизики.

Естественно, что история создания кафедры неразрывно связана с историей создания ИЯФ – базового Института кафедры.

В 1953 г. Г. И. Будкер возглавил группу энтузиастов из 8 чел., готовых воплотить его революционные идеи по стабилизированному пучку и магнитной ловушке. Группа быстро выросла до одной из самых крупных лабораторий Института атомной энергии (в настоящее время на базе ИАЭ образован Российский Научный Центр, Курчатовский Институт) – лаборатории новых методов ускорения.

18 мая 1957 г. по инициативе академиков М. А. Лаврентьева, С. Л. Соболева и С. А. Христиановича Совет Министров СССР принял Постановление о создании крупного научного центра на востоке страны.

В 1958 г. под руководством выдающегося ученого Г. И. Будкера создан Институт ядерной физики (ИЯФ) на базе лаборатории новых методов ускорения.

Предложение и развитие метода встречных пучков, а также разработка ускорителей для промышленных применений явились одними из главных направлений деятельности Института.

В 1964 г. состоялся запуск первой в мире установки со встречными электрон-электронными пучками ВЭП-1. В 1968 г. в ИЯФ заработала первая в мире установка со встречными электрон-позитронными пучками ВЭПП-2 с энергиями сталкивающихся частиц два по 700 МэВ в каждом из пучков. В 1974 г. к комплексу ВЭПП-2 было добавлено новое высокопроизводительное накопительное кольцо ВЭПП-2М, многие годы поставлявшее основную информацию о взаимодействии частиц в диапазоне энергий до 1400 МэВ в системе центра масс. Примерно в тот же период времени создавался самый крупный в ИЯФ, а также и в России, комплекс со встречными электрон-позитронными пучками ВЭПП-3 – ВЭПП-4 с энергиями сталкивающихся частиц 5,5 ГэВ в каждом пучке.

Одновременно в ИЯФ разрабатывался предложенный Г. И. Будкером метод электронного охлаждения, нашедший все возрастающее применение в современных ускорителях пучков многозарядных ионов. В настоящее время дальнейшее развитие физики и техники электронного охлаждения составляет одну из главных тематик работы ИЯФ и кафедры.

В 80-х гг. начали широко развиваться работы по применению синхротронного излучения. В ИЯФ был организован центр синхротронного излучения, вовлекший в эту сферу деятельности большинство институтов Сибирского отделения РАН и крупных научных центров Московского региона. Были выполнены многие пионерские работы в этом направлении, например элементный анализ лунных грунтов доставленных на Землю советскими беспилотными станциями и американскими астронавтами.

В 90-х гг. продолжилась модернизация комплексов ВЭПП-2М, ВЭПП-4 и началось строительство так называемой электрон-позитронной фабрики, получившей общее название ВЭПП-5. В настоящее время инжекционный комплекс ВЭПП-5 вводится в строй и будет снабжать накопленными пучками все ускорительные комплексы ИЯФ, в том числе новое высокопроизводительное кольцо ВЭПП-2000 с энергией электронов и позитронов 2000 МэВ в системе центра масс.

Мотивировка важности выбранного направления (раздела) физики

Трудно указать такой раздел современной физики, где ускорители не играли бы прямо или косвенно важной роли. Круг их применений весьма широк: физика твердого тела, биология, медицина, дефектоскопия материалов, производство радиоизотопов, радиационная обработка материалов, стерилизация пищевых продуктов, радиационная диагностика, раковая терапия, введение радиационных дефектов в кристаллы (в частности, в полупроводники), имитация радиационных эффектов в космосе и многое, многое другое.

Однако наиболее важное научное применение ускорители находят в физике ядра и в физике элементарных частиц, где являются главным инструментом по добыче знаний. Ускорители при этом продолжают давнюю тенденцию, пронизывающую всю историю физики и связанных с ней наук, – проникно-

вание в глубь материи, ко все меньшим пространственным масштабам, ко все более ранним временам жизни Вселенной.

На ускорителях открыты многие элементарные частицы (кварки, лептоны, переносчики слабого взаимодействия), как предсказанные заранее, так и обнаруженные «неожиданно» (например, открытие J/ψ -частицы). Продолжаются поиски гипотетических частиц (монополей, бозонов). При изучении их свойств обнаруживаются фундаментальные свойства материи, о которых невозможно узнать никаким другим способом. Открываются новые, неизвестные ранее закономерности, причем подчас начинают нарушаться старые, привычные истины, например законы сохранения каких-либо величин. Это стремление к познанию новых, необычных явлений природы служит одним из главных стимулов в физике высоких энергий.

В зарубежных странах будущие ученые-ускорительщики заканчивают престижный вуз, как правило, по специальности *her* (*high energy physics*), а затем несколько лет посещают множество платных курсов, организуемых ускорительными сообществами России, Европы, Америки, Японии. В НГУ же преподавание ускорительных дисциплин и посещение ИЯФ начинается с третьего курса. К концу четвертого курса студенты уже знакомы с основами ускорительной физики и способны самостоятельно выполнить квалификационную работу на степень бакалавра. Более углубленное специальное образование наши студенты получают на пятом и шестом курсах магистратуры, заканчивая обучение написанием магистерской диссертации.

Выпускники кафедры работают бок о бок со своими коллегами с кафедр ФЭЧ, радиофизики, плазмы, информатики, теоретической физики. Наиболее активные студенты успевают дополнительно изучать интересные их курсы других кафедр ИЯФ.

Наши выпускники работают на уникальных установках Европы, Америки и Японии; городов Новосибирска, Дубны, Серпухова, подтверждая высокий уровень подготовки на кафедре.

Специализация

Программа спецкурсов, читаемых в ИЯФ, включает.

Теория циклических ускорителей; доцент Е. А. Переведенцев. Это основополагающий

курс. Он сопровождается семинарскими занятиями, которые ведут ассистенты А. В. Отбоев и Д. Б. Шварц.

Магнитные системы ускорителей; д-р физ.-мат. наук, проф. И. А. Кооп.

Электронная оптика и физика пучков; д-р физ.-мат. наук, проф. Н. А. Винокуров. Данный курс также сопровождается семинарскими занятиями.

Электрофизическая прочность ЭФУ; канд. техн. наук, ассист. В. В. Широков.

Вакуумные системы ускорителей; ассист. А. А. Краснов.

Диагностика пучков и обратные связи; канд. физ.-мат. наук, ассист. В. В. Смалюк.

Холодные пучки частиц; чл.-корр., проф. В. В. Пархомчук.

Коллективные эффекты; д-р физ.-мат. наук, проф. Д. В. Пестриков. Этот сложный курс также сопровождается семинарскими занятиями.

Источники пучков заряженных частиц; канд. физ.-мат. наук, доц. П. В. Логачев.

Физика атомного ядра и элементарных частиц; чл.-корр., доц. А. Е. Бондарь. Курс сопровождается семинарскими занятиями; ассист. А. О. Полуэктов, а также ядерным практикумом; канд. физ.-мат. наук, ассист. А. С. Кузьмин.

Численные методы; ассист. А. Н. Дубровин.

Нелинейная динамика пучков; ассист. В. А. Востриков.

Поляризованные пучки; д-р физ.-мат. наук, проф. Ю. М. Шатунов.

Синхротронное излучение; канд. физ.-мат. наук, ассист. К. В. Золотарев.

Лазеры на свободных электронах; д-р физ.-мат. наук, проф. Н. А. Винокуров.

Достижения и перспективы

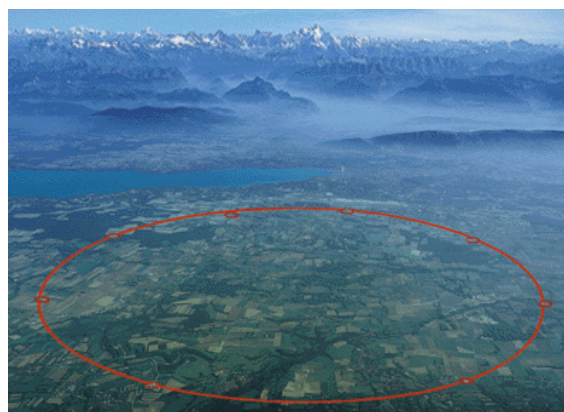
Кафедра готовит специалистов, востребованных не только в физике высоких энергий, но и в других областях науки и техники. В то же время необходимо отметить уникальность ситуации, сложившейся в крупнейших мировых ускорительных центрах, таких как Fermilab, CERN, SLAC и др. Потребность в специалистах ускорительного профиля удовлетворяется там явно ниже спроса на них. Связано это в значительной степени с изменением предпочтений у абитуриентов при выборе будущей профессии. Мода на информатику, экономику, юриспруденцию значительно снижает приток студентов на все естественно-научные дис-

циплины, в том числе и на кафедры ускорительной направленности. В НГУ этот процесс не столь заметен, как во многих столичных и зарубежных вузах.



В 1972 г. в лаборатории А. Н. Скринского под руководством Н. С. Диканского была сформирована команда для создания модели накопителя антипротонов, которая примерно за год сконструировала и изготовила НАП-М, а в мае 1974 г. были начаты первые в мире эксперименты по охлаждению. Работы по электронному охлаждению в ИЯФ получили широкий международный резонанс и стали большим достижением в ускорительной технике. На снимке сидят (слева направо): И. Н. Мешков, Б. Н. Сухина, Д. В. Пестриков, В. В. Пархомчук и Н. С. Диканский, демонстрирующий картинку с профилями охлажденного и неохлажденного пучка.

В разные годы они (Д. В. Пестриков и В. В. Пархомчук и сейчас) читали лекции на кафедре физики ускорителей



CERN – Европейский центр ядерных исследований. Здесь совместными усилиями многих стран строится самый большой в мире коллайдер на территории двух государств: Франции и Швейцарии. Периметр протон-протонного сверхпроводящего кольца LHC – 27 км. Сотрудники ИЯФ, и студенты кафедры физики ускорителей в том числе, активно участвуют в его создании. На горизонте за Женевским озером хорошо видны Альпы и высочайшая вершина Европы Монблан



Центр управления ускорительным комплексом ВЭПП-3 – ВЭПП-4М



Выпускник кафедры ускорителей Д. Е. Беркаев обсуждает с Н. И. Зубковым конструкцию импульсного впускного магнита нового коллайдера ВЭПП-2000



А. Б. Темных (в настоящее время сотрудник Корнельского Университета) и И. А. Кооп (зав. кафедрой физики ускорителей) на Международной конференции по электронным облакам (Калифорния, Нара, апрель 2004 г.)

На кафедре работают 5 профессоров, 3 доцента и 11 ассистентов. За время существования кафедры на ней защитили дипломные работы более 150 студентов, из них около 40 защитили кандидатские, 10 – докторские диссертации по физике. Сотрудники кафедры и ее выпускники получили Государственную премию СССР и Государственную премию России, 2 премии им. Ленинского комсомола, медали и премии Российской Академии наук.

Выпускники кафедры занимаются научными и прикладными исследованиями во многих областях науки, техники и народного хозяйства.

Основой учебного процесса на кафедре физики ускорителей является участие студентов, бакалавров, магистрантов и аспирантов в проведении экспериментов на существующих в ИЯФ ускорительных комплексах ВЭПП-3 – ВЭПП-4М, ВЭПП-5, ВЭПП-2000 и лазере на свободных электронах. Часть студентов распределяется в лаборатории, занятые разработкой промышленных ускорителей и установок электронного охлаждения, а также сверхпроводящих устройств, предназначенных для генерации синхротронного излучения.

Кроме того, предполагается активное участие студентов в проектировании, создании и наладке новых установок и узлов, создаваемых зачастую по контрактам для зарубежных лабораторий. Это позволяет им уже на ранней стадии обучения знакомиться с самыми передовыми технологиями и дает неоценимый опыт общения с зарубежными коллегами.



Выпускники А. Старостенко и А. Отбоев сразу после защиты дипломов отправились на Международную школу CAS'99 за победу на конкурсе молодых ученых. Сентябрь 1999 г. Прогулка по Парижу

В ИЯФ и НГУ регулярно проводятся конкурсы научных работ среди студентов и молодых научных сотрудников. Победители и призеры этих конкурсов поощряются поездками на международные школы по ускорительной тематике. Участие в подобных школах позволяет им значительно углубить знания в различных разделах ускорительной науки и техники и в целом расширить свой кругозор.

Участие третьекурсников в летней практике в Fermilab также весьма полезно, так как это позволяет им посетить одну из ведущих зарубежных лабораторий и поучаствовать в решении интересных и полезных физико-технических проблем под руководством бывших выпускников кафедры.