

Очерки истории науки

45 лет назад в Протвино открыли, что полные сечения

взаимодействия адронов растут с ростом энергии

Как это было

Как известно, ускоритель ИФВЭ был запущен осенью 1967 года, а через год физики начали эксперименты на пучках отрицательно заряженных адронов с энергиями вплоть до 70 ГэВ, которые тогда намного превосходили энергии пучков, доступные на других ускорителях мира. Одним из первых экспериментов была эксперимент по измерению энергетической зависимости полных сечений взаимодействий π^- , K^- -мезонов и антипротонов с протонами. В нем принимали участие как физики ИФВЭ (Ю.Б. Бушнин, Ю.П. Горин, С.П. Денисов, С.В. Донсков, А.И. Петрухин, Ю.Д. Прокошкин, Д.А. Стоянова и Р.С. Шувалов), так и ЦЕРНа (Дж. В.Аллаби, Дж. Джиакомелли, А.Н. Дидденс, Р.В. Добинсон, А. Кловнинг и К.А. Стольбрандт). Это был один из первых совместных ИФВЭ-ЦЕРН экспериментов, который открыл эпоху продолжающегося до сих пор плодотворного сотрудничества между двумя организациями.

Согласно доминирующим в то время теоретическим представлениям и имевшимся экспериментальным данным полные сечения должны были постепенно уменьшаться с ростом энергии и при очень высоких (асимптотических) энергиях выходить на плато, одинаковые согласно теореме Померанчука для частиц и античастиц. Однако, уже первые данные по полным сечениям, полученные на нашем ускорителе, серьезно насторожили ученых: хотя полные сечения

протон-антипротонных взаимодействий продолжали уменьшаться с увеличением энергии, для π^- , K^- -мезонов они выходили на плато уже при энергии ~ 30 ГэВ. Во-первых, никто не ожидал, что асимптотическая область энергий для мезонов так близка, а во-вторых, сравнение наших результатов для K^- -мезонов с полученными ранее данными для K^+ -мезонов (см. рис.1) указывало на нарушение теоремы Померанчука.

Еще более удивительные результаты по полным сечениям были получены в опытах с пучками положительно заряженных адронов. В состав участников экспериментов со стороны ИФВЭ входили Ю.П. Горин, С.П. Денисов, С.В. Донсков, А.И. Петрухин, Ю.Д. Прокошкин и Д.А. Стоянова, а от ЦЕРНа участвовали Дж. В.Аллаби и Дж. Джиакомелли. Эти результаты были представлены Ю.Д. Прокошкиным на проходившей летом 1971 года в Амстердаме Международной конференции по элементарным частицам и привлекли большое внимание участников. С их обсуждения начинался и пленарный доклад Дж. Джиакомелли на той же конференции: «... я постараюсь подытожить наиболее значительные новые результаты... чтобы понять, насколько это возможно, как далеки мы от асимптотии, страны мечты, где все асимптотические теоремы становятся истинной».

Чем же в этом плане привлекали внимание физиков измерения, проведенные в Протвино? Сюрпризов было, как минимум, два. Во-первых, полные сечения π^+ - и pp -взаимодействий становились постоянными (два верхних ряда графиков на рис.1). Как и в случае π^- , K^- -мезонов, это связывалось с наступлением долгожданного асимптотического режима, но происходило при неожиданно низких энергиях по сравнению с предсказаниями теории. Но еще более удивительным был очевидный рост полного сечения для K^+ -мезонов (нижние графики на рис.1). Это шло вразрез с тогдашним общим идейным настроем физического сообщества, но «спасало» теорему Померанчука. Даже авторы работы пытались интерпретировать этот рост всего лишь как иной способ подхода к постоянному пределу – не сверху, а снизу.

Надо сказать, что на пути к этим результатам пришлось преодолеть существенные трудности, связанные с получением пучков положительно заряженных частиц с внутренней мишени ускорителя. Из-за отсутствия достаточно протяженных прямолинейных участков эта задача оказалась весьма сложной, но была блестяще решена специалистами отдела пучков ИФВЭ Н.И. Головной, В.Н. Запольским, В.И. Котовым, В.С. Селезевым и Ю.С. Ходыревым. Другая проблема была связана с очень малой примесью K^+ -мезонов в пучках частиц, которая доходила до долей процента. Для надежной селекции K^+ -мезонов были использованы разработанные в нашем Институте дифференциальные и пороговые черенковские счетчики с высоким разрешением по скорости, обеспечившие достаточно низкий (менее 10^{-3}) уровень фона при всех энергиях.

Данные, представленные на конференции в Амстердаме, поражали высокой точностью и хорошо «сшивались» с данными, полученными при меньших энергиях (см. рис.1). В общем, это был крупнейший успех ИФВЭ, отмеченный и признанный международным физическим сообществом. Существовавший в СССР Комитет по делам изобретений и открытий признал обнаружение роста полных сечений на ускорителе ИФВЭ важнейшим научным достижением.

Что было дальше?

Обнаруженный в ИФВЭ рост полных сечений поначалу сочли неким преходящим явлением на пути к «несомненному» постоянству. Но не прошло и двух лет как свеженоспеченный коллайдер ISR в ЦЕРНе удивил мир сообщением: полные сечения протон-протонного взаимодействия возрастают при энергиях в системе центра масс между 20 и 60 ГэВ, т.е. в несколько раз больших, чем энергия У-70.

Поначалу апологеты постоянства отреагировали так же, как и на рост сечений каонов: мол, это подход к постоянным сечениям снизу, и рост имеет преходящий характер. Однако вкупе с данными по упругому рассеянию эта позиция выглядела все более неубедительной, и к 1975 году было общепризнано, что возрастание сечений имеет

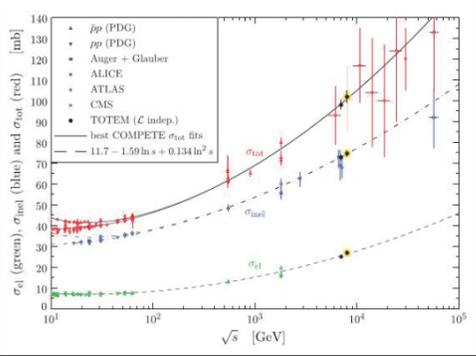


Рис.2 Картина энергетической эволюции полных, упругих и неупругих сечений на сегодняшний день

признаки стабильного феномена. В дальнейшем это было подтверждено на новых, более мощных коллайдерах в США и в ЦЕРНе. В настоящее время рост полных сечений подтвержден в экспериментах на ЛНС при энергиях уже на три порядка больших, чем энергии, при которых был обнаружен рост каонных сечений (см. рис.2).

Итак, открытие, сделанное в Протвино, выдержало испытание временем и нашло блестящее подтверждение на всех последующих экспериментах на ускорителях и коллайдерах мира.

Конечно, мы не можем не задать себе вопрос: «А что же это значит? Какова физическая суть этого явления?»

К сожалению, современная теория сильных взаимодействий – квантовая хромодинамика – не в силах пока дать не только количественных, но и качественных предсказаний о поведении полных сечений адронных взаимодействий. Исходя же из общих соображений, можно лишь утверждать, что существенное значение имеет векторная природа неабелевых переносчиков сильных взаимодействий – глюонов, и связанная с этим проблема конфайнмента, т.е. отсутствия свободных кварков и глюонов среди наблюдаемых адронных состояний. Таким образом, проблема роста полных сечений, поставленная 45 лет назад открытием, сделанным в ИФВЭ, все еще ждет своего решения.

Владимир Петров,
начальник отдела теоретической физики,
Сергей Денисов,
начальник лаборатории редких процессов

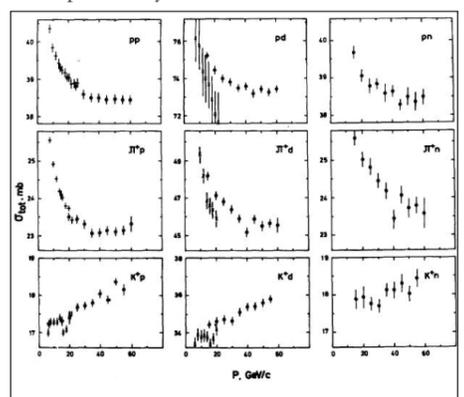


Рис.1 Результаты измерений полных сечений для положительно заряженных частиц на ускорителе ИФВЭ (●) в сравнении с данными при более низких энергиях (+, x, v)

Знакомство с подразделениями ИФВЭ НИЦ "Курчатовский институт"

Лаборатории детектирующих систем исполнилось 30 лет

Приказ о создании лаборатории подготовки экспериментов на встречных пучках УНК в составе ОНФ (руководитель профессор Денисов С.П.) был подписан директором ИФВЭ Соловьевым Л.Д. 1 октября 1986 года. Начальником лаборатории был назначен кандидат физико-математических наук Воробьев Александр Павлович. Новой лаборатории ставилась задача подготовки полномасштабного эксперимента на встречных пучках УНК с полной энергией взаимодействия частиц 2-6 ТэВ.

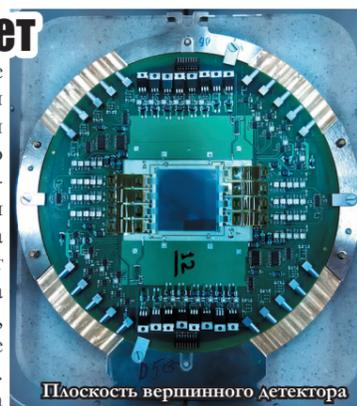
Нужно было организовать сотрудничество советских и зарубежных лабораторий, подготовить предложение эксперимента, определить состав экспериментальной установки, выработать требования к пучкам протонов от ускорителя У-70 и большого кольца УНК, подготовить исходные данные для выполнения проектно-сметной документации на монтажные работы и технологическую базу экспериментальной зоны. Экспериментальная установка должна была располагаться в туннеле на глубине 18 метров в подземном зале СПП-2 у деревни Шатовское лесничество.

В конце 1987 года лаборатория уже насчитывала более 30 специалистов разного

профиля, в дальнейшем ее численный состав доходил до 60 человек. Сейчас лаборатория насчитывает 25 специалистов разного профиля, способных решать стоящие перед ними задачи.

В 1988 году под руководством профессора Денисова Сергея Петровича (ныне академика РАН) было подготовлено предложение эксперимента на встречных пучках УНК – «Универсальный калориметрический детектор» (УКД), в подготовке которого принимали активное участие сотрудники новой лаборатории (Зотов А.Ю., Зубков И., Кистенев Э.П. и др.). Они готовили исходные данные и технические задания для выполнения проектных и конструкторских работ, под-

готавливали и вели сопровождение заключенных договоров с НИИ и промышленными предприятиями страны. К началу 90-х годов совместно с ГСПИ (филиал в Протвино) был выполнен эскизный проект подземных и наземных сооружений зоны СПП-2, а в мастерской ГСПИ изготовлен макет сооружений зоны СПП-2 из пластика в масштабе 1:100. Планировалось, что ее габариты будут внушительные – $18 \times 20 \times 60$ м³, вес – ~ 40000 тонн. В ЦНИИ ПСК имени Мельникова (Москва) велось конструирование основных металлоконструкций, механических узлов и мюонной защиты установки. Ее центральная часть должна перемещаться на подвижной платформе между монтажным залом и зоной пучка ускорителя. В НПО «Криогенмаш» (Балашиха) и НПО «Гелий-маш» (Москва) прорабатывалось производство криогенной продукции и газов в зоне СПП-2 для обеспечения свехпроводящего соленоида, трековой системы и жидкоаргонного калориметра, а также конструирова-



Плоскость верхнего детектора

лись криогенные узлы соленоида и калориметра. В НИИИМ (Москва) и Чепецком механическом заводе (Глазов) разрабатывалась технология и изготавливалась опытная партия поглотителей из обедненного урана для жидкоаргонного калориметра УКД. С организацией «Союзспецтрансстрой» (Ленинград) готовился проект транспортировки крупногабаритных конструкций по железной дороге до разгрузочной платформы, которую должны были построить в районе Калиновской базы.

В это же время организовывалось сотрудничество советских и зарубежных лабораторий для выполнения эксперимента УКД. Научные группы практически из всех физических лабораторий СССР (более 200

Продолжение на с. 2

Поздравляем сотрудников ИФВЭ НИЦ «Курчатовский институт», удостоенных государственных наград РФ, почетных грамот и благодарностей Президента РФ

За вклад в развитие отечественной науки и многолетнюю добросовестную работу Указом и распоряжениями Президента Российской Федерации (№ 360 от 28.07.16, № 222-рп от 28.07.16, №171-рп от 23.06.16) награждены сотрудники Института: медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» I степени: *Образцов Владимир Федорович – главный научный сотрудник*; медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени: *Антипов Юрий Михайлович – ведущий научный сотрудник*; *Пванов Сергей Владиславович – директор*; *Лебедев Олег Павлович – начальник отделения ускорительного комплекса*; *Палий Иван Дмитриевич – токарь-расточник 8 разряда цеха опытного производства*; *Солдатов Александр Петрович – заместитель директора по общим вопросам и инновационной деятельности*; *Фахрутдинов Ринат Макарович – ведущий научный сотрудник*.

Почетной грамотой Президента Российской Федерации: *Герштейн Семен Соломонович – главный научный сотрудник*; *Денисов Сергей Петрович – главный научный сотрудник*.

Благодарностью Президента Российской Федерации: *Сычев Владимир Андреевич – заместитель начальника отделения ускорительного комплекса*; *Людмирский Эдвард Александрович – начальник сектора магнитной оптики*.

Начало на с. 1

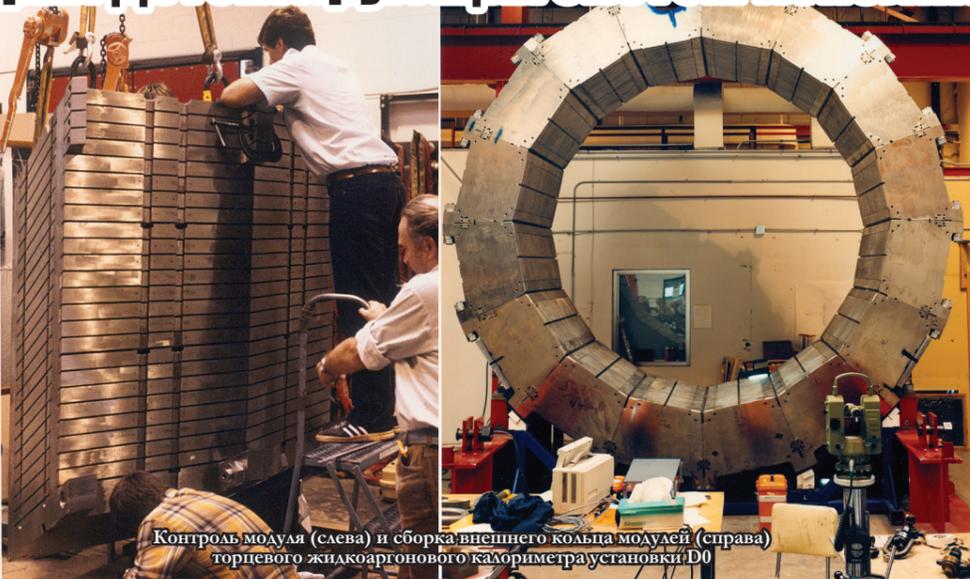
Лаборатории детектирующих систем исполнилось 30 лет

человек) начали выполнение НИОКР по программе УКД и разработку прототипов научной аппаратуры. Сотрудники новой лаборатории выполняли НИР по исследованию характеристик жидкоаргонового калориметра с урановыми поглотителями на пучке ускорителя У-70, вели расчеты магнитных полей установки, моделировали физические процессы в установке УКД для оптимизации ее параметров (Бугаков Н.К., Дьяконов А.Н., Бабинцев В.В., Змушко В.А., Козловский Е.А., Комаров В.И., Платонов В.Г., Рябовиков В.Н. и др.). Контакты с зарубежной группой из Университета Стоуни Брук (США) привели к участию сотрудников лаборатории (Рябовиков В.Н., Кистенев Э.П., Холоденко А.Г. и др.) в создании жидкоаргонового калориметра установки D0 для ФНАЛ (США) (1987-1992 годы). Модули калориметра из нержавеющей стали изготавливались в России на Ижорском заводе (Колпино) и на заводе металлоконструкций (Чехов). Планировалось, что опыт этой работы будет использован при создании установки УКД.

В 1992-1994 годах по предложению профессора Х. Фабиана, руководителя группы калориметрических детекторов проекта АТЛАС (ЦЕРН), сотрудниками лаборатории (Мисюра С.П., Сергеев В.А., Роднов Ю.В., Холоденко А.Г., Платонов В.Г. и др.) в рамках заключенного соглашения была выполнена разработка быстрого радиационно-стойкого калориметра типа «спагетти» с чувствительными элементами из цилиндрических пропорциональных камер высокого давления и свинцовым конвертером. Был изготовлен прототип калориметра и исследованы его характеристики на пучке У-70. Однако эта технология детектирования частиц не получила дальнейшего развития для установки АТЛАС.

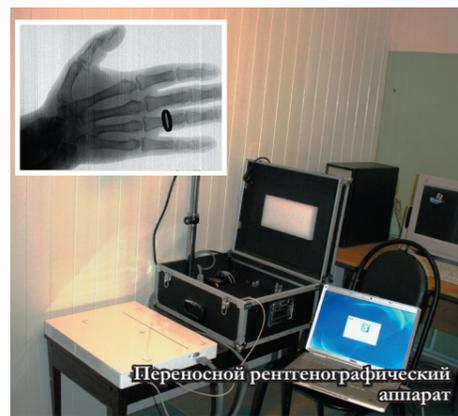
Примерно в это же время молодыми специалистами (Чмиль В.Б., Смоль А.В., Чунтонов А.В., Цюпа Ю.П.) совместно с ЦЕРН был начат проект «To develop GaAs detectors for physics at LHC» RD-8 по разработке и исследованию полупроводниковых детекторов из арсенида галлия. Первые результаты по исследованию чувствительности таких детекторов к ионизирующему излучению были получены в лаборатории уже в 1989 году. За время выполнения проекта в 1993-1997 годах была изучена радиационная стойкость пассивных детекторов барьерного типа из этого материала в различных радиационных полях. Эксперименты проводились в ИФВЭ, ЦЕРНе, Резерфордской лаборатории (Англия) и на мезонной фабрике в Швейцарии. Детекторы из легированного арсенида галлия имеют на 2 порядка лучшую радиационную стойкость, чем детекторы из кремния, и в несколько раз по этому параметру превосходят детекторы из нелегированного арсенида галлия, которым в проекте RD-8 занимались другие европейские лаборатории в Германии, Англии и Франции. Однако детекторы из арсенида галлия не были использованы в установке АТЛАС, т.к. к началу массового производства детекторов для нее ни в России, ни за рубежом не было промышленного производства координатных детекторов из этого материала.

Направление полупроводниковых детекторов из арсенида галлия получило дальнейшее развитие в проекте Международного научно-технического центра (1999-2003 годы) «Система с арсенид галлиевыми детекторами для диагностики X-лучами малых доз» (МНТЦ 1107-99). Целью проекта была разработка цифровых средств X-лучевой диагностики нового поколения с детек-



Контроль модуля (слева) и сборка внешнего кольца модулей (справа) торпедного жидкоаргонового калориметра установки D0

торами из арсенида галлия. Совместно с физиками из СФТИ ТГУ и специалистами НИИПП (Томск) был разработан принципиально новый полупроводниковый материал арсенид галлия резистивного типа, не имеющий мировых аналогов. Он позволяет создавать полупроводниковые детекторы – твердотельные ионизационные камеры с толщиной чувствительной области до 1,5 мм, что обеспечивает высокую эффективность регистрации квантов рентгеновского излучения в диапазоне энергий, используемых в медицине и в большинстве технических приложений. Детекторы из резистивного арсенида галлия позволяют снизить дозы облучения исследуемых объектов и персонала и дают возможность улучшить характеристики рентгенографических цифровых систем, повысить качество диагностики. С использованием линеек детекторов из арсенида галлия резистивного типа сотрудниками лаборатории (Ардашев Е.Н., Горохов С.А., Головкин В.Ф., Коробчук П.П., Малева В.Х., Парамозкин С.А., Полковников М.К., Суслов М.М., Жмарук Г.С.) разработано несколько опытных образцов цифровых рентгенографических аппаратов сканирующего типа с целью исследования их возможностей для медицинской техники и неразрушающего контроля. В 2009 году получен патент РФ на эти разработки. Наиболее востребован сейчас переносной рентгенографический аппарат (кейсовый



Переносной рентгенографический аппарат

вариант, ~30 кг веса), разработанный для медицины катастроф. В настоящее время организация из Санкт-Петербурга ведет для него разработку источника рентгеновского излучения с нужными характеристиками.

В 1999 году руководство ИФВЭ поручило лаборатории обеспечить изготовление в России опорной конструкции внутреннего детектора установки АТЛАС из радиационно-прозрачного углеродистого пластика с большим модулем прочности. Эта высокоточная, устойчивая к нагрузкам и внешней среде

конструкция состоит из двух ажурных колец диаметром 2 м и толщиной 20 мм и двух полуметровых соединительных углеродистых труб, толщиной 2 мм. Работа была далеко не по профилю лаборатории. Ничего подобного ранее ни в России, ни в мире не делалось. Как отмечали сотрудники ОНПП «Технология» (Обнинск), головной организации по реализации проекта, никогда еще в мировой практике не предъявлялись столь высокие требования к точности и надежности натуральных конструкций из углеродистого пластика. ОНПП «Технология» справилось с поставленной задачей с привлечением специалистов из МГТУ имени Н.Э. Баумана и ГКНПЦ имени М.В. Хруничева (Москва). Сотрудники лаборатории (Рябовиков В.Н., Холоденко А.Г.) организовывали выполнение договорных обязательств и контролировали качество изделия как на этапе выполнения НИР, так и при изготовлении полномасштабной конструкции. Результаты НИОКР по этому проекту были использованы при совместном проекте – США конструировании космического аппарата «Рамос», предназначенного для постоянного слежения за поверхностью Земли, и в программе создания истребителя 5-го поколения в ОКБ имени Сухого.

Начиная с конца 90-х годов, сотрудники ЛДС участвуют в экспериментах на установке «Спектрометр с вершинным детектором» (СВД), которая создавалась сотрудничеством четырех институтов (ОИЯИ – ИФВЭ – НИИЯФ МГУ – ИФВЭ ТГУ), но после известных событий грузинская группа покинула сотрудничество. В это время руководителем экспериментов был профессор Ермолов П.Ф. (НИИЯФ ИГУ), под руководством которого были проведены большие работы по модернизации СВД под новые физические задачи. Были созданы микрополосковый вершинный детектор, трековый детектор на дрейфовых трубках и создана жидководородная мишень. После ухода Ермолова П.Ф. руководителем экспериментов на установке СВД стал Воробьев А.П. Работы продолжают и сейчас: модернизирован детектор гамма-квантов, совершенствуются электроника и программное обеспечение системы сбора данных, введен в работу передний детектор мягких фотонов на кристаллах ВГО.

Отличительной чертой установки является использование в ней полупроводниковых микрополосковых кремниевых детекторов, которые вместе с широкоапертурным спектрометром позволяют выполнять прецизионные эксперименты на хорошем мировом уровне. Сейчас для установки СВД создается уже третий вариант трековой системы с микрополосковыми детекторами, начинается новый крупномасштабный космический

проект НУКЛОН-2. В настоящее время в лаборатории завершаются исследования инклюзивного рождения очарованных частиц в рА – взаимодействиях при 70 ГэВ. Цикл работ по этой теме выдвинут на соискание премии имени И.В. Курчатова-2016 НИЦ «Курчатовский институт» (Воробьев А.П., Кириков А.А., Рябовиков В.Н.). Продолжаются исследования многоопционных систем в рр-взаимодействиях при 50 ГэВ, и исследования рождения странных барнионов в рА-взаимодействиях (Роньжин В.М.).

Изготовление детектирующих систем с микрополосковыми полупроводниковыми детекторами представляет собой непростую технологическую задачу, которая требует наличия соответствующего оборудования, помещений и подготовленного персонала. Все соединения выполняются ультразвуковой микросваркой проводниками толщиной 20-30 микрон и длиной 3-5 мм. Так как размеры контактных площадок составляют 50-100 микрон, то все соединения выполняются с точностью 5-10 микрон. Для организации производства детектирующих систем из полупроводниковых детекторов в 2005 году лабораторией был выигран конкурс конверсионных проектов «Росатома». Проект вошел в перечень проектов диверсификации производства ИФВЭ, финансирование было начато в 2006 году за счет государственных капитальных вложений, предусмотренных федеральной целевой программой «Реформирование предприятий атомной промышленности». Ввод пускового минимума состоялся в начале 2008 года.

В настоящее время в составе лаборатории, которая в начале 2007 года была преобразована в лабораторию детектирующих систем (ЛДС), работает сектор производства полупроводниковых систем. Возглавляет сектор Лобанов Иван Сергеевич, пришедший молодым специалистом в Институт в 2006 году. Сотрудниками лаборатории (Головня С.А., Дьякова А.А., Лобанова Е.В., Сулов М.М.) освоены необходимые для изготовления полупроводниковых детектирующих систем технологии, которые используются сейчас для работы с полупроводниковыми материалами (GaAs, Si) и детекторами как для Института, так и для внешних заказчиков. Например, изготавливаются такие изделия, как кристаллы кремниевых дефлекторов вывода пучка из ускорителя У-70, детекторы для анализа состава пучка ионов углерода для временного биологического стенда на углеродном канале № 25, микросборки с GaAs детекторами и т.д.

В ближайших планах лаборатории – проведение модернизации установки СВД (изготовление нового вершинного полупроводникового детектора, замена электроники съема и обработки информации с пропорциональных камер магнитного спектрометра, повышение темпа набора данных) и выполнение новых экспериментов на ускорительном комплексе ИФВЭ, а также освоение новых технологий, необходимых для изготовления матричных полупроводниковых детектирующих систем для работы в пучках ионов и адронов и разработка диагностической аппаратуры. В рамках международного эксперимента СВМ (Compressed Baryonic Matter) (Дармштадт, Германия) планируется разработать технологично и выполнить изготовление на производственных мощностях сектора ЛДС модулей полупроводниковой трековой системы.

Торжественное открытие мемориальной доски Анатолию Федоровичу Дунайцеву

30 сентября 2016 года в ФГБУ ГНЦ ИФВЭ НИЦ «Курчатовский институт» состоялось торжественное открытие мемориальной доски доктору физико-математических наук, профессору Анатолию Федоровичу Дунайцеву. На мероприятии присутствовали родные и близкие Анатолия Федоровича, члены дирекции и сотрудники подразделений Института. О вкладе А.Ф. Дунайцева в развитие науки и Института присутствующим рассказали научный руководитель ИФВЭ НИЦ «Курчатовский институт» Н.Е. Тюрин, заместитель директора по научной работе А.М. Зайцев и начальник сектора ОУК В.Н. Алферов.

В 1964 году Анатолий Федорович был приглашен в числе первых руководителей подразделений создаваемого Серпуховского ускорителя. Под его руководством и при непосредственном участии была создана первая отечественная модульная наносекундная логическая система электроники, которой были оснащены первые эксперименты. Пионерской работой, в которой проявилось умение Анатолия Федоровича видеть перспективу, стала система унифицированных модулей многоканального анализа с применением микропроцессоров и ЭВМ для ускорителей и экспериментальных установок. Под его руководством в Институте был создан один из крупнейших в мире центров по обработке фильмовой информации.

Анатолий Федорович в течение нескольких десятилетий руководил отделом электроники, затем отделением электроники и автоматизации Института, был удостоен премии им. И.В. Курчатова, премии Совета Министров. А.Ф. Дунайцев внес огромный вклад в развитие науки и Института в целом, а также в воспитание и подготовку молодых квалифицированных кадров.



Николай Прокопенко, ученый секретарь Института

В.Н. Алферов на мероприятии

Осенний сеанс 2016 года: работа ускорительного комплекса У-70 и физических установок

С 03 октября по 27 декабря в ИФВЭ на ускорительном комплексе У-70 проходит 2-ой физический сеанс 2016 года.

Ускорительный комплекс будет работать попеременно в двух режимах: 1) с протонным пучком в цепочке ускорителей АУ-30→У-1,5→У-70 с полной энергией на выходе каскада – 50 ГэВ; 2) с ионами углерода в цепочке ускорителей И-100→У-1,5→У-70 с удельной кинетической энергией на выходе каскада – 455 МэВ/нуклон.

В начале сеанса запускаются и настраиваются системы, а также проводятся исследования ускорителей с протонным пучком в следующей последовательности: АУ-30 с энергией на выходе 30 МэВ, У-1,5 с энергией на выходе 1,32 ГэВ, У-70 с энергией на выходе 50 ГэВ. Далее запускаются и настраиваются системы вывода частиц на площадке магнитного поля У-70, соответствующей энергии для прикладных и фундаментальных исследований. Всему этому предшествует напряженная организационная и производственная работа обеспечивающих сеанс систем инженерной инфраструктуры Института.

В первой половине сеанса запланированы исследования на установке ПРГК-100 с протонами энергии 50 ГэВ, быстро выведенными из У-70 на минимальном по длительности плато магнитного поля (режим экономии электроэнергии). Прикладные исследования осуществляются со сгруппированным пучком и одинаковыми по интенсивности сгустками по $3 \div 4 \times 10^{11}$ протонов в каждом.

Фундаментальные исследования на более чем семи экспериментальных физических установках будут проводиться на азимутально-однородном протонном пучке энергии 50 ГэВ в течение 108 шестичасовых смен. При медленном выводе за $2 \div 3$ секунды допускается сброс до $1,2 \times 10^{13}$ протонов/цикл на физический эксперимент. Значительная часть экспериментов осуществляется с вторичными частицами, рождающимися в ходе взаимодействия протонов со специальными мишенями.

В конце первой декады декабря планируется переход на ионную моду работы комплекса У-70 с медленным выводом пучка

ядер углерода 455 МэВ на нуклон для исследований по прикладной радиобиологии, проводимых совместно с нашими коллегами из Обнинска и Пущино на стенде ВРБС в экспериментальном зале 1БВ. Для этой цели в качестве инжектора пучка ядер углерода $^{12}\text{C}^{6+}$ используется линейный ускоритель И-100 с энергией пучка на выходе 16,7 МэВ на нуклон, который предварительно включается, настраивается и тестируется. В свою очередь проводится полная перестройка кольцевого ускорителя У-1,5 на работу с пучком ядер углерода 455 МэВ на нуклон. Синхротрон У-70, принимающий пучок из У-1,5, переводится в режим накопителя пучка ядер углерода с энергией 455 МэВ на нуклон. Питание его кольцевого электромагнита осуществляется автономным источником постоянного тока мощностью примерно 20 кВт.

На этапе подготовки оборудования системы питания кольцевого электромагнита (КЭМ) У-70 к сеансу ускорителя с пучком успешно опробованы тиристорные выпрямители производства ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО». В этом сеансе планируется работа на новых выпрямителях.

Новым также является запуск системы питания КЭМ У-70 с синхронизацией от питающей сети 220 кВ. Исходный сигнал поступает с элегазового измерительного трансформатора напряжения 220/0,1кВ производства компании АВВ подстанции системы питания КЭМ У-70 на блок синхронизации, разработанный совместно специалистами лаборатории систем автоматизированного управления (ААСУ) отделения ускорительного комплекса и сектора импульсного питания (СИП) отдела энергетических установок У-70. В блоке обеспечена фильтрация исходного сигнала на частоте 600 Гц, формирование и настройка 12 выходных импульсов синхронизации в пределах $\pm 30^\circ$ с дискретностью $0,1^\circ$. Реализация системы синхронизации позволяет максимально изолировать управление системы питания КЭМ У-70 от влияния каких-либо нелинейных нагрузок в питающей сети. Первые результаты измерений тока и поля в КЭМ показали существенное улучшение ка-

чества магнитного цикла по стабильности и общему уровню пульсаций. Окончательной проверкой качества магнитного цикла будет служить надлежащее поведение пучка заряженных частиц на всех этапах накопления, ускорения и вывода. Но эти исследования еще впереди.

Олег Лебедев, начальник ОУК

Программа физических экспериментов в осеннем сеансе 2016 года сформирована с учетом ограничений энергопотребления, вызванных необходимостью снижения затрат на энергетик и проблем с системой охлаждения ускорителей, каналов и установок.

Основными потребителями пучка будут три установки – ОКА, ВЕС и СПИН.

На установке ОКА, работающей на пучке сепарированных каонов, будет набираться статистика распадов заряженных каонов с усовершенствованной системой идентификации мюонов. В результате модернизации установки удалось существенно улучшить параметры мюонной системы: расширить кинематический диапазон, улучшить отбор мюонных событий в триплете и улучшить идентификацию мюонов. Все вместе позволит значительно продвинуться в исследовании различных распадов каонов с мюонами в конечном состоянии. В настоящее время такие исследования вызывают большой интерес в связи с поисками эффектов за пределами стандартной модели. Например, на установке ОКА уже получены вполне содержательные ограничения на параметры гипотетических стерильных нейтрино. В результате новых экспериментов эти ограничения будут существенно улучшены. Следует отметить также некоторое усовершенствование криогенной системы, обеспечивающей сепаратор сверхтекучим гелием. Впервые в этом сеансе криогенный комплекс будет работать с новыми тепловыми компрессорами, что позволит повысить автономность и надежность системы и уменьшить потребление жидкого азота.

Установка ВЕС будет набирать основной объем данных с медной мишенью вместо обычно используемой бериллиевой. Такая мишень позволит детально изучить про-

цессы, происходящие при взаимодействии высокоэнергичных пионов с кулоновским полем ядра. Сравнение результатов таких экспериментов с теорией будет очень интересным и поучительным, поскольку в ряде случаев теоретические предсказания получаются из первых принципов, без привлечения модельных представлений. Кроме того, в этом сеансе будет получен материал для исследования дифракционного образования различных резонансов на тяжелых ядрах, где ранее наблюдались непонятные явления, требующие более внимательного исследования. В методическом плане будет очень полезно посмотреть на результаты модернизации установки, направленные на повышение ее «герметичности» для вторичных частиц.

На установке СПИН будет продолжено изучение спектров заряженных частиц, вылетающих из ядер с большими поперечными импульсами в протон-ядерных взаимодействиях. Предположительно, такие частицы возникают в результате рассеяния протонов на особо плотных сгустках ядерной материи – флуктонах. Главное отличие этого сеанса от предыдущих состоит в том, что основное внимание будет сконцентрировано на изучении спектров заряженных К-мезонов и антипротонов. Различные модели, пытающиеся объяснить природу флуктонов, предсказывают различные выходы этих частиц. Перед сеансом была проведена большая работа по улучшению характеристик системы идентификации частиц по времени пролета и по сигналу с черенковского детектора, что очень важно при регистрации К-мезонов с большими импульсами. Кроме того, на пути фонового потока была поставлена дополнительная защита, что должно положительно сказаться на работе системы регистрации и идентификации измеряемых частиц.

Помимо этого, в сеансе будут проводиться методические исследования на установках ГИПЕРОН и СПАСЧАРМ, а также исследования взаимодействий заряженных частиц с кристаллами на установке КРИСТАЛЛ.

Александр Зайцев, заместитель директора по научной работе

Начиная с 1990-х годов и до настоящего времени ведется активное реформирование промышленности. В том числе, вступили в силу федеральные законы, направленные на реформирование электроэнергетики.

Кроме привычного для нас термина «электрическая энергия», введен термин «электрическая мощность» (заявленная мощность, максимальная мощность, разрешенная к использованию мощность, фактическая мощность и др.) как одна из основных характеристик процесса электроснабжения и расчетных величин в электроэнергетике.

Сегодня мощность является основной величиной при определении объемов оказанных услуг по электроснабжению и размера платы за эти услуги. Также она характеризует объем нагрузки (потребителей), которую можно подключить к электрическим сетям. Ее увеличение или получение новых объемов имеет строгую последовательность и регулируется государством.

Специалистами ЦЭС и ОГЭ с 2012 года ведется планомерная работа по увеличению максимальной (разрешенной к использованию) мощности ФГБУ ГНЦ ИФВЭ НИЦ «Курчатовский институт» (далее – Институт) и смежных сетевых организаций АО «ПРОТЭП» и ПАО «МРСК Центра и При-

волжья» филиал «Тулэнерго».

В 2016 году завершены мероприятия по технологическому присоединению дополнительной мощности для собственных нужд Института в размере 8 МВт. Это позволяет в полном объеме обеспечить электрической мощностью введенный в эксплуатацию протонный радиографический комплекс (ПРГК-100) и в дальнейшем позволит реализовывать перспективные планы развития ускорительного комплекса У-70 и его новых экспериментальных установок.

Также завершены мероприятия по технологическому присоединению дополнительной мощности для нужд АО «ПРОТЭП» в размере 10 МВт, что составляет порядка половины текущего потребления Протвино.

Наличие свободной для технологического присоединения мощности и возможности

С новыми достижениями энергетических служб!



подключения к электрическим сетям является важнейшим фактором для развития Протвино, посредством привлечения инвесторов для строительства новых объектов производства и инфраструктуры, увеличения производительности существующих предприятий и, как следствие, создания новых рабочих мест, увеличения налоговых отчислений в городской бюджет.

В целях присоединения дополнительной мощности ЦЭС и ОГЭ проведена процедура получения дополнительной мощности от вышестоящей электросетевой организации ПАО «ФСК ЕЭС». Для увеличения пропускной способности собственных электрических сетей проведены реконструкция распределительной подстанции РП-7 с заменой маломасляных выключателей на вакуумные и реконструкция кабельной линии 10кВ с

заменой старого кабеля на современный кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена.

Выполнены основные этапы работ в рамках ответственности Института как сетевой организации. Однако до момента присоединения конечных потребителей электроэнергии предстоит выполнить большой объем работ в электрических сетях города. Получение мощности потребителями Протвино возможно сразу же после выполнения смежной сетевой компанией АО «ПРОТЭП» необходимых процедур и мероприятий.

В преддверии наступающего Дня энергетика хочу поблагодарить всех инженерно-технических и административно-технических специалистов и сотрудников ЦЭС и ОГЭ за проделанную работу и пожелать не останавливаться на достигнутом, так же активно, добросовестно и ответственно подходить к решению подобных непростых вопросов.

Поздравляю сотрудников всех энергетических служб подразделений Института с Днем энергетика и Новым 2017 годом! Желаю успешного завершения сеанса работы ускорительного комплекса и профессиональных достижений, крепкого здоровья, благополучия, счастья вам и вашим семьям!

Сергей Хамин, главный энергетик Института

О чем писали в "Ускорителе" 20 лет назад

Более чем научные результаты

В октябре 2016 года генеральный директор Европейской организации по ядерным исследованиям (CERN) Фабиола Джанотти посетила с визитом НИЦ «Курчатовский институт». В переговорах доктор Джанотти и руководство НИЦ «КИ» обсудили целый ряд вопросов по развитию двустороннего сотрудничества и междуна-

родной кооперации российских научных институтов с европейскими коллегами.

В связи с этим нам хотелось бы вспомнить об истоках научного сотрудничества между ЦЕРН и Советским Союзом. Редколлегия издания «Ускоритель» публикует отрывок из статьи генерального директора Европейской организации ядерных исследований

Хервига Шоппера «Взгляд в глубину атома» («Ускоритель» №1 (10) от 5 января 1989 года), рассказывающей о сотрудничестве ученых ЦЕРНа и СССР.

«Почти 30-летний период активного и успешного сотрудничества между СССР и ЦЕРНом и его странами-участницами показал, что сотрудничество между странами осуществляется, несмотря на различия в политике, культуре, традициях и админи-

стративной системе. Было доказано на деле, что совместными усилиями могут быть реализованы даже самые сложные проекты, для осуществления которых требуется наиболее передовая технология. Помимо научной выгоды, это сотрудничество способствовало началу контактов между учеными, техническими и административными работниками, улучшая взаимопонимание и намечая пути преодоления оставшихся препятствий. Это является отличным примером науки без границ и секретов. Возможно, самым главным результатом является взаимное доверие, столь важное для мирного существования».

С 1961 года при строительстве ускорительного комплекса У-70 ГНЦ ИФВЭ и города Протвино здравоохранение города создавалось в рамках Медико-санитарной части № 66 Третьего Главного управления при Минздраве СССР.

Первым начальником Медико-санитарной части № 66 был назначен Владимир Константинович Дворянинов. Коллектив Медсанчасти состоял из нескольких сотрудников и размещался в одноэтажном здании на улице Строителей.

Вместе с развитием ГНЦ ИФВЭ развивалась и Медсанчасть. Институтом были построены все здания больницы городского, роддома и поликлиники. Институт как градообразующее предприятие полностью содержал на своем балансе все объекты и инфраструктуру МСЧ-66. В этот период руководителем Медсанчасти был заслуженный врач РФ Вадим Иванович Кирилов.

В начале 80-х годов в структуру Медико-санитарной части № 66 вошли медицинские учреждения поселка Оболенск. Руководил объединенной Центральной Медико-санитарной частью № 66 врач высшей квалификационной категории Александр Михайлович Болгов. Коллектив ЦМСЧ-66 в этот период насчитывал более 1000 человек и обеспечивал квалифицированной медицинской помощью жителей и коллективы предприятий Протвино, Кременок и

Продолжая славные традиции



Фото с сайта <http://www.msch-protvino.ru/>

Оболенска. Тогда ЦМСЧ-66 стала школой передового опыта. На научно-практические конференции и для обмена опытом приезжали медицинские работники со всего Советского Союза. В лихие 90-е годы по инициативе администрации города Протвино произошла реорганизация ЦМСЧ-66 и создание Медико-санитарной части № 174 и Протвинской городской больницы.

Первым начальником МСЧ № 174 была заслуженный врач РФ, кандидат медицинских наук Валентина Игнатьевна Якушина. В 2008 году ФГБУЗ «Медико-санитарная часть № 174 Федерального медико-биологического агентства» (МСЧ-174) возглавила врач высшей квалификационной категории Елена Андреевна Мочалова.

В настоящее время в состав МСЧ входит поликлиника на 80 посещений в смену и три здравпункта ИФВЭ НИЦ «Курчатовский институт». Кроме того, МСЧ-174 содержит вспомогательные подразделения: лучевой

диагностики, включающие рентгеновский, флюорографический кабинеты и кабинет ультразвуковой диагностики; клиничко-диагностическую лабораторию; физиотерапевтическое отделение с водолечебницей и залом лечебной физкультуры.

Поликлиника имеет терапевтическое отделение, дневной стационар на 10 коек, кабинеты лечебно-профилактического приема по многочисленным специальностям.

Коллектив МСЧ № 174 ФМБА России состоит из 74 человек. Квалификационную категорию имеют 24% врачей и 67% средних медицинских работников. Два врача имеют ученую степень кандидата наук.

Кроме работы по выполнению государственного задания на прикрепленных предприятиях МСЧ-174 проводит прием взрослого населения по обязательному медицинскому страхованию.

МСЧ-174 работает в тесном контакте с клиническими центрами Федерального

медико-биологического агентства, имеет методическую и консультативную поддержку ведущих специалистов ФМБА России.

Продолжая славные традиции отечественной медицины, специалисты МСЧ-174 относятся к каждому своему пациенту с вниманием и заботой, стараются провести полноценное своевременное лечение, а при необходимости оказания высокотехнологичной медицинской помощи направляют своих пациентов в клинические центры ФМБА России.

Вместе с тем, в МСЧ-174 существует ряд нерешенных вопросов: отсутствует электронная запись на прием к врачам, недостаточное количество врачей узких специальностей (невропатолог, офтальмолог и др.), что создает нервозность и большие неудобства для сотрудников Института. Мы надеемся, что указанные проблемы руководством МСЧ-174 будут успешно решены.

В 2016 году коллективы МСЧ-174 и Протвинской городской больницы отмечают 20-летний юбилей. Хочется выразить уважение и признательность всем тем, кто посвятил свою жизнь служению здоровью человека. Миссия эта трудна и благородна, требует большой отдачи сил и высокого профессионализма. Желаем вам профессиональных успехов, здоровья, счастья и благополучия.

Валентина Лаврентьева,
помощник директора по экономике
и социальным вопросам

Специальная пожарная охрана совершенствует мастерство на учениях

С 4 по 7 октября 2016 года проводилась Всероссийская штабная тренировка по гражданской обороне. Такая тренировка проводится ежегодно и приурочена ко Дню гражданской обороны страны (4 октября 1932 года). По всей стране в ней приняли участие более 40 миллионов человек, свыше 200 тысяч специалистов аварийно-спасательных формирований, а также около 50 тысяч единиц техники.

На протяжении четырех дней сотрудники Специального управления ФПС № 88 МЧС России отрабатывали вопросы организации управления при выполнении мероприятий по гражданской обороне, предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и пожаров. Была проверена готовность органов управления, сил и средств специальных пожарно-спасательных подразделений к практическим действиям по ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также выполнению мероприятий по гражданской обороне.

В первые два дня тренировки проводились организационные и штабные мероприятия. На третий же день, 6 октября 2016 года, пожарно-спасательные подразделения были направлены в зону условной чрезвычайной ситуации для отработки практических действий. Масштабные пожарно-тактические занятия были проведены на одном из важнейших и социально значимых объектов ФГБУ ГНЦ ИФВЭ НИЦ «КИ» – главной понизительной подстанции ПС 110/10 кВ № 497 «Протвино», расположенной на тер-

ритории технической площадки Института. В ходе тренировки проводилась отработка действий по тушению условного возгорания с полным боевым развертыванием.

По замыслу учения, в часы утренних максимальных нагрузок произошел условный пробой корпуса одного из трансформаторов с выбросом и возгоранием масла. Огонь начал распространяться по территории, возникла угроза повреждения силовых и контрольных кабелей. Дежурный инженер подстанции сразу же сообщил о происшествии в центральный пункт пожарной связи специальной пожарно-спасательной части № 7. В течение нескольких минут на место прибыли пожарные и техника СПСЧ № 7 и СПСЧ № 121. Руководитель тушения условного пожара уточнил у персонала подстанции место «возгорания» и его границы, места заземления для пожарной техники и вооружения, какое оборудование находится под напряжением. В сопровожде-



нии электромонтера была проведена разведка. Сотрудники МЧС экипировались диэлектрическими средствами и средствами тепловой защиты, после чего приступили к тушению пожара. Чуть раньше, на начальных этапах тренировки, был сформирован штаб пожаротушения, в состав которого вошли сотрудники службы пожаротушения СУ ФПС № 88 МЧС России, персонала службы энергетик и аварийной бригады водоснабжения Института. В тренировке было задействовано 33 человека личного состава федеральной противопожарной службы и 6 единиц пожарной техники.

Подобные тренировки полезны как для

работников Института, так и для самих пожарных, ведь как говорится, тяжело в учении – легко в бою. Обслуживающий персонал пополняет свой багаж знаний полезной информацией о методах и способах ликвидации аварий, а также дополнительно прорабатывает установленные алгоритмы действий в случае пожара или чрезвычайной ситуации. Личный состав дежурных смен пожарно-спасательных частей получает возможность в спокойной обстановке закрепить знания об инфраструктуре объекта, чтобы в случае возникновения реального возгорания в полной мере располагать сведениями о том, как действовать максимально быстро и эффективно.

По результатам командно-штабной тренировки: оперативное оповещение и своевременное прибытие должностных лиц, разведка места условного чрезвычайного происшествия, моделирование обстановки и ликвидация последствий аварии – все это удалось быстро и успешно реализовать. В условиях настоящего чрезвычайного происшествия у пожарных города Протвино есть все необходимые силы и средства, чтобы прийти на помощь населению.

Антон Хрошин,
старший инженер СПСЧ № 7.
Фотографии предоставлены автором

Отчетно-выборная конференция Первичной профсоюзной организации ГНЦ ИФВЭ

6 октября 2016 года состоялась отчетно-выборная конференция Первичной профсоюзной организации ГНЦ ИФВЭ. В ее работе приняли участие 48 делегатов из 51 избранного и приглашенные профсоюзные активисты. В работе конференции также приняли участие: заместитель председателя РПРАЭП В.А. Кузнецов, председатель профсоюзного объединения «РКК-Наука» А.С. Миронов, председатель ППО НИЦ «Курчатовский институт» В.А. Золотарев, главный инженер ИФВЭ А.А. Брагин.

С отчетным докладом о работе ОКП за пятилетний период выступил председатель ППО И.А. Вишняков. В докладе были освещены основные направления деятельности Объединенного комитета профсоюза, работа его постоянных комиссий. В прениях по отчетному докладу выступило 7 человек. Они дали положительную оценку работы ОКП и сделали акцент на социальных проблемах членов профсоюза, а именно: низкой заработной плате, ухудшении медицинского обслуживания, старении коллектива. Конференция определила наиболее важные задачи на предстоящий период. В первую очередь – повышение зарплат. Конференция признала работу ОКП удовлетворительной. Избрала ОКП в составе 25 человек. Председателем ППО на новый срок единогласно избран И.А. Вишняков. Его же избрали представителем в новый состав ЦК от профсоюзной организации ГНЦ ИФВЭ и делегатом V съезда Российского профсоюза работников атомной энергетики и промышленности.

Людмила Костина, заместитель председателя ППО ГНЦ ИФВЭ

Использование и перепечатка материалов без письменного согласия редакции запрещены. При цитировании ссылка на «Ускоритель» обязательна.

Редколлегия: Бажинова О.В., Брагин А.А., Булинова Ю.В., Зайцев А.М., Королева Е.Е., Прокопенко Н.Н., Солдатов А.П.
Фото: Королева Е.Е.
Корректор: Лапина Л.М.
Почта редакции: uskoritel@ihep.ru
Отпечатано в ООО "Рекама плюс".
Тираж 999. Подписано в печать 16.11.2016.
Заказ №151