

# УСКОРИТЕЛЬ

информационное издание института физики высоких энергий



Протонный синхротрон У-70

## Протвинский синхротрон

С 22 февраля по 28 апреля 2013 года в Институте физики высоких энергий прошёл весенний сеанс исследований на ускорителе У-70. Институту в этом году исполняется 50 лет. За годы исследований слово «сеанс» стало привычным и знакомым каждому человеку не только в институте, но и за его пределами - горожанам, которые, порой, начинают подзабывать, что понятия «институт» и «ускоритель» являются для Протвино градообразующими, собравшими в 1963 году в Южном Подмоскowie тысячи людей из разных уголков СССР для создания крупнейшей в стране и, на то время, в мире установки для экспериментальных исследований строения Материи и фундаментальных сил Природы.

Когда говорят «в институте сеанс», многие понимают, что начался очередной этап научных исследований в ИФВЭ. Однако далеко не все осознают масштаб и значение этого, казалось бы, обыденного, планового для института события. Не все понимают и помнят о том, что когда проводится сеанс, сердце нашего института бьётся, и ритм этого бияния можно ощутить в вибрациях вращающихся многотонных роторов силовых установок, в гуле систем охлаждения стоек электроники, в столкновении пучков с мишенями. Не все помнят, что до тех пор, пока звучит слово «сеанс», г. Протвино по праву носит гордое имя наукограда и, как следствие, привлекает в городскую казну дополнительное финансирование. И, наконец, пока звучит слово «сеанс», все мы имеем уникальную возможность держать руку на пульсе фундаментальной науки мирового уровня, ставшей перед собой вопросы об устройстве мироздания.

Каждый из нас за исключением, наверное, самых молодых горожан хоть раз слышал

это слово, но что за ним стоит, доподлинно знают лишь работники института. Лишь они понимают, какой объём материальных, энергетических и, самое главное, человеческих ресурсов стоит за словом «сеанс».

Чтобы 2 июля 1967 был проведён первый пуск ускорителя, потрудились более тысячи отечественных проектных, строительных, монтажных, промышленных предприятий и организаций, внёсших свой вклад в создание крупнейшего в стране научного центра. Наиболее известные из них - НИИЭФА, Тяжпромэлектропроект, ГСПИ, МРТИ, Институт мощного радиостроения, Управление строительства №620. При этом отметим, что ускоритель ИФВЭ был целиком спроектирован, сооружён и отлажен исключительно на отечественной материальной и научной базе без какой-либо помощи из-за рубежа. Это, впрочем, не помешало началу международного сотрудничества и в очередной раз подтвердило авторитет нашей науки на мировой арене фундаментальных исследований. Так, 11 октября 1966 г. был заключён договор о сотрудничестве с Комиссариатом по атомной энергетике Франции (CEA), 4 июля 1967 г. - с Европейской организацией по ядерным исследованиям (CERN), в дальнейшем к исследованиям на нашем ускорителе подключились ученые из США, Японии, Италии и других стран.

Пять лет после завершения строительства и запуска наш ускорительный комплекс являлся крупнейшим в мире и уже в ходе первого сеанса установил новый мировой рекорд: 14 октября 1967 г. в 2 часа ночи зарегистрировано ускорение протонов до предельной энергии 76 ГэВ (миллиардов электрон-вольт). С тех пор сеансы в ИФВЭ

не прекращались. В разные годы была разная частота и продолжительность сеансов. В наши дни запуск ускорителя для исследований на выведенных пучках происходит два раза в год, весной и осенью.

Как мы отметили, «сеанс» напрямую связан с экспериментальной работой на ускорителе У-70, но что представляет собой ускоритель? Более того, какой термин правильнее - «ускоритель» или «коллайдер»? Ведь сегодня на слуху именно слово «коллайдер». Его муссируют СМИ, о нём говорят люди. На самом деле, эти термины являются практически синонимами, но, несмотря на это, важно понимать, что не все ускорители - коллайдеры, и не все коллайдеры устроены и работают одинаково, среди них есть существенные отличия.

Слово «коллайдер» происходит от английского «collide», что означает - сталкиваться, соударяться, и в этом смысле именно ускорители, работающие со встречными пучками, принято называть коллайдерами. В кольцевом ускорителе с помощью высокочастотных электрических полей пучок заряженных частиц разгоняется практически до скорости света, в то время как ведущее магнитное поле корректирует и направляет траекторию полёта пучка по кругу. Разогнанный пучок сталкивают со специальной неподвижной мишенью либо с идущим к нему навстречу (встречным) пучком заряженных частиц. В момент столкновения разогнанные частицы порождают новые частицы: кварки, лептоны, адроны,

### Уважаемые сотрудники ГНЦ ИФВЭ!

В 1988 году ИФВЭ начал выпускать свою газету «Ускоритель». Это был период бурного развития института и роста его численности. Информационное обеспечение сотрудников, а также жителей Протвино через «Ускоритель» сыграло свою положительную роль. Трудности 90-х годов, высокая степень политизации общества и смещения интересов существенно осложнили издание газеты, и институт фактически прекратил её выпуск. Последнее время всё чаще можно слышать вопросы о том, «как живёт и чем дышит» Институт физики высоких энергий, сотрудники и жители города проявляют возрастающий интерес не только к событиям «внутри периметра», но и к развитию физики частиц в целом.

В этом году ИФВЭ исполняется 50 лет. Что дал Институт мировой науке и стране? Каковы новости ИФВЭ и в нашей области науки? Эти и другие вопросы, включая социальные, могли бы найти отражение на страницах информационного издания «Ускоритель», которое ГНЦ ИФВЭ планирует возобновить на периодической основе.

Директор ГНЦ ИФВЭ  
Тюрин Николай Евгеньевич

Уважаемые коллеги! На страницах «Ускорителя» вы встретите очерки из истории института, подробности о ежегодных сеансах и работе нашего ускорительно-накопительного комплекса, об исследовательских программах и проектах, в которых участвует Институт. Мы расскажем о том, что обсуждается на НТС (научно-технический совет), как решаются проблемы Института и что интересного происходит в мире современной науки. Теперь вы сможете задавать интересующие вас вопросы о работе Института, направляя их в редакцию, и получать на них ответы в очередном выпуске «Ускорителя». Вы можете непосредственно принять участие в создании очередного выпуска, предложив статью или тему для обсуждения в рамках рубрик нашего с вами издания, в котором наряду с научно-технической информацией мы уделим внимание неформальной стороне жизни Института и его сотрудников. Мы будем рады вашим предложениям, отзывам, пожеланиям. Почта редакции: uskoritel@ihep.ru.

Глав. ред. информационного  
издания «Ускоритель»  
Козуб Андрей Сергеевич

мезоны, бозоны и др. Именно они и представляют научный интерес для физиков, так как являются элементарными кирпичиками, из которых, согласно классической теории (Стандартной Модели), состоит вся Вселенная. Чем большую энергию мы можем сообщить пучку частиц, тем более высокий уровень детализации элементарных частиц мы получаем. Рождение каждой такой частицы физики называют «событием». После расщепления элементарные частицы существуют малые доли секунды, поэтому для их регистрации используется специальное оборудование. Так, например, на экспериментальной установке ATLAS в CERN происходит полмиллиарда взаимодействий в секунду, из которых при помощи электроники отбираются и регистрируются самые интересные, около четырехсот.

Продолжение на с.2



## Протвинский синхротрон

Сегодня в мире имеются две большие группы ускорителей, отличающихся между собой конструктивно, линейные и циклические. В линейных ускорителях заряженные частицы однократно проходят ускоряющую дистанцию, после чего попадают в мишень или выводятся на следующий этап разгона в кольцевой ускоритель.

В кольцевых ускорителях пучки заряженных частиц многократно проходят по замкнутой кольцевой орбите, набирая большую энергию, после чего направляются в мишень или сталкиваются между собой. Данные об этих столкновениях фиксируются и изучаются.

Крупнейший циклический ускоритель и накопитель - Большой Адронный Коллайдер, (сокращённо - БАК) был построен усилиями многих стран: Европы, США, Японии и России на границе Швейцарии и Франции в CERN и имеет протяжённость 27 км. Напомним, что ИФВЭ и его сотрудники, а также другие научные институты и учёные России непосредственно принимали участие в этом проекте. В частности, в ИФВЭ для CERN была разработана и построена сложнейшая аппаратура: септум-магниты для инжекции и аварийного вывода пучка, 44 криогенных электрических бокса для питания сверхпроводящих магнитов БАК, системы аварийного вывода энергии из коллайдера, детекторы потерь пучка, а также создана специальная изоляция, служащая для уменьшения теплопритоков к криогенному оборудованию.

Установка БАК CERN не единственный пример современного международного проекта на основе ускорительных технологий. 12 июня международная группа учёных представила проект крупнейшего линейного ускорителя на встречных пучках ИЛС протяжённостью 31 км (с возможным расширением до 50 км). В рамках международного сотрудничества (12 стран-участниц, из них ведущие - Германия и Россия) создаётся линейный ускоритель протяжённостью 3,4 км для крупнейшего в мире лазера на свободных электронах European XFEL в Гамбурге. Сегодня лазерная рентгеновская микроскопия позволяет получить изображение атомов и молекулярных структур с высоким пространственным и временным разрешением. Реализуется международный проект FAIR в Дармштадте (Германия), в рамках которого будет построен крупнейший ускорительный комплекс для проведения исследований с помощью пучков ионов и антипротонов.

Помимо конструктивных отличий ускорители можно классифицировать по назначению: установки для фундаменталь-

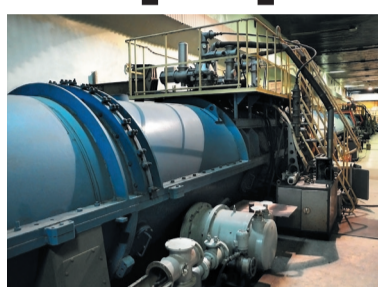
ных исследований, импульсные источники нейтронов, источники синхротронного излучения, установки для радиационной терапии, промышленные ускорители. Важно отметить, что ускорители используются не только в фундаментальных научных исследованиях. Достижения данной отрасли используются в ядерной медицине (лучевая терапия и наработка медицинских изотопов), при стерилизации продуктов питания и медицинского инструмента, в радиационной дефектоскопии, при производстве полупроводниковых устройств, для очистки топочных газов и сточных вод, для радиационного сшивания полимеров.

Но это ещё не всё. Благодаря существованию крупных проектов по созданию ускорителей активно развивается высокотехнологичная индустрия, обслуживающая реализацию этих сложных проектов. Например, вошедший в повседневную жизнь интернет во многом является продуктом воплощённой в CERN системы коммуникаций между физиками-экспериментаторами. Именно в CERN был предложен проект «Всемирной паутины». Ещё один пример. Для транспортировки многотонных модулей установок CMS и ATLAS (БАК) под землю на глубину порядка 100 м были специально разработаны краны, способные перемещать грузы весом до 280 тонн! Подобное практическое применение таких высокотехнологичных направлений науки и технологии не всегда можно предугадать заранее.

Сегодня строительство такого суперсложного и дорогостоящего сооружения, как крупный ускоритель, может позволить себе далеко не каждая страна. Именно поэтому проекты по строительству этих объектов становятся международными. К слову, официально стоимость БАК составила 3300000000 евро, предполагаемая стоимость ИЛС составит 8000000000 долларов. Это та цена, которую мы платим за то, чтобы заглянуть в будущее, понять, что такое материя и антиматерия, разгадать тайну тёмного вещества и тёмной энергии во Вселенной. Сегодня ускорители, используемые для фундаментальных исследований, есть в таких странах как Россия, США, Германия, Япония, Китай, Англия, Франция, Швейцария, Италия, Канада. Как мы видим, этот список не так уж и велик.

Ускорительный комплекс У-70 ГНЦ ИФВЭ является крупнейшей ускорительной установкой России. У-70 может ускорять пучки частиц до очень высокой энергии: протонов до 50-70 ГэВ, а легких ионов (ядра углерода) до 25-35 ГэВ на нуклон.

В состав Ускорительного комплекса ГНЦ ИФВЭ входят четыре установки - два линейных ускорителя



Линейный ускоритель ионов И-100 (И-100, УРАЛ-30), быстрый протонный синхротрон бустер У-1.5 и уже упомянутый большой синхротрон У-70. Ещё один линейный ускоритель УРАЛ-30М используется в автономном режиме и не участвует в процессе получения пучков высоких энергий.

Работа ускорительного комплекса организована в виде сеансов. В каждом сеансе пуск установок ускорительного комплекса происходит поэтапно, «по ходу пучка». Прежде чем весь каскад ускорителей выйдет на рабочий режим и будет готов предоставить пучок для проведения физических экспериментов, проходит не менее 3 недель подготовительных работ.

Во время сеанса ускорители работают в круглосуточном режиме, поэтому персонал, обслуживающий их, работает в сменном режиме. Общее количество специалистов, непосредственно работающих во время сеанса на каскаде ускорителей, на каналах транспортировки пучков частиц и экспериментальных установках, на объектах специального инженерного обеспечения (подготовка воды для систем охлаждения, энергетическое снабжение, криогенные системы), составляет примерно 500 человек. Однако фактически в проведении сеанса работы ускорительного комплекса напрямую или косвенно задействован практически весь персонал института.

Пуск ускорительного комплекса в начале сеанса - весьма трудоёмкий процесс. В его ходе решается основная задача - обеспечение потребителей пучком заряженных частиц высокого качества: нужной энергии, интенсивности, стабильности и геометрических размеров. Потребителями пучка являются физики-экспериментаторы из подразделения ОЭФ ГНЦ ИФВЭ российских, а также зарубежных научных центров. Именно они получают пучок из ускорителя на свое экспериментальное оборудование. Ускоряют, формируют и транспортируют пучок на физические установки, проводят диагностику пучка и радиационной обстановки, а также участвуют в сборе информации сотрудники ещё пяти подразделений - ОУК, ОП, ИФО, ОРИ и ОЭА. От их слаженной работы зависит успешное проведение сеанса.

Пучок высокой энергии выводится из ускорителя У-70 один раз в восемь-десять секунд. Чтобы процесс

ускорения, предвещающий вывод пучка, прошел успешно, должно сработать почти полтора километра электрофизического и радиотехнического оборудования, при этом все технологические системы должны быть точно синхронизованы между собой. Все начинается с протонного источника, в котором после дугового разряда в водородной газовой среде происходит ионизация и получаются протоны (ядра атомарного водорода). Затем они предварительно ускоряются электрическим полем с напряжением 100 киловольт. Далее поток протонов попадает в линейный ускоритель, который осуществляет не только их разгон (ускорение), но и формирует из непрерывного потока ступки - сгруппированный пучок. Пройдя 25 метров линейного ускорителя, пучок увеличивает свою энергию до 30 МэВ, после чего попадает в следующий этап ускорения. Это кольцевой синхротрон бустер У-1.5. В нем пучок за 30 мсек ускоряется до 90% скорости света и переводится в кольцо большого ускорителя - синхротрона У-70, способного поднять энергию пучка до 70 ГэВ. В конце цикла ускорения в кольце У-70, имеющем протяжённость 1,5 км, пучок движется уже со скоростью 200000 оборотов в секунду. Тогда он становится доступным для систем быстрого или медленного вывода, которые направляют пучок к потребителям. Мгновенная мощность, переносимая одним ступком частиц, превышает один тераватт, что примерно равно мощности всех электростанций России.

Распределение пучка по потребителям (экспериментальным физическим установкам) происходит поочередно в соответствии с предварительно составленным и утвержденным расписанием сеанса. Одновременно, один раз в цикле ускорения, пучок могут получать пять-семь экспериментальных установок. Работает технология последовательного и параллельного деления пучка. Способы организации и культура работы с интенсивным пучком высокой энергии факти-

чески является технологическим ноу-хау нашего института, отработанным и отлаженным за пятьдесят лет его работы.

Однако в ходе каждого сеанса есть период (1-2 суток), когда, не смотря на то, что ускорительный комплекс работает устойчиво и на полную мощность, его пучки не поступают на экспериментальные установки. Это так называемое «собственное время ускорителя» - период, когда ускоритель используется для проведения экспериментальных исследований по физике пучков заряженных частиц и технике ускорителей. В этот период исследуется поведение вновь установленных систем и оборудования, изучается динамика частиц, неустойчивости пучков, проводится анализ и настройка технологических систем. Это очень важный период работы, в который собирается информация, необходимая для обоснованного планирования работ по модернизации и обеспечению надежности работы ускорительного комплекса.

За сеанс ускорительный комплекс института потребляет столько же электроэнергии, сколько потребляет весь г. Протвино в зимние месяцы при пиковых нагрузках на электросеть. Вся эта энергия используется во время сеанса для обеспечения пучком научно-исследовательских программ, выполняемых на ускорителе. О некоторых из них мы расскажем подробнее в следующих выпусках «Ускорителя». Всего за годы работы на ускорителе У-70 было проведено более 190 экспериментов и программ, часть которых была успешно завершена, в то время как некоторые исследования продолжают до сих пор. В институте был совершён ряд научных открытий, зафиксированных в Государственном реестре. Об этом мы также расскажем в следующих выпусках «Ускорителя».

Гл.ред. Козуб А.С.

## Новости науки

### Проект ИЛС представлен официально

12 июня международная группа учёных официально представила технический проект Международного линейного коллайдера (ИЛС) Международному комитету по будущим ускорителям (ICFA). ИЛС является коллайдером следующего (за Большим Адронным Коллайдером в ЦЕРНе) поколения. Его возможности должны существенно расширить горизонты физики, открывшиеся с вводом БАК. Представление технического проекта было публичным и состоялось в один день последовательно в Азии (Токио), Европе (Женева) и Америке (Чикаго). Выпуск технического проекта, даже пока не «привязанного» к конкретному месту на Земле, потребовал многолетних усилий многих десятков экспертов в области ускорителей, разработки самых передовых технологий и их независимой проверки в крупнейших ускорительных лабораториях мира.

### ЦЕРН готовится выйти на 14 ТэВ

ЦЕРН приступил к выполнению весьма значительного по объёму и важности плана регламентных работ (2013-2014 гг.) на Большом Адронном Коллайдере с целью его подготовки к выводу на проектную энергию протонных столкновений 14 ТэВ. В этих работах принимают участие и специалисты ГНЦ ИФВЭ в рамках модернизации ранее разработанных и созданных в Институте систем безопасного вывода огромной энергии, запасенной в сверхпроводящем 27 км кольце БАК, и системы измерения потерь пучка с помощью радиационных мониторов.

### Международное совещание в ИФВЭ

26 июня в ГНЦ ИФВЭ открывается XXIX Международное совещание по физике высоких энергий, посвящённое в этом году проблемам физики частиц, астрофизике и космологии. Ожидается участие более 50 учёных из России, лабораторий Западной Европы и США.

# Модернизация системы питания ускорителя У-70

В этом году в рамках программы реализации проекта «Модернизация системы электроснабжения и преобразовательных энергетических установок системы питания кольцевого электромагнита ускорителя У-70», финансируемой НИЦ «Курчатовский институт», в ИФВЭ будет проведена работа по замене основного оборудования системы питания ускорителя У-70. Необходимость этой работы обусловлена главным образом моральным и физическим износом энергетического оборудования, эксплуатируемого без малого 50 лет (!). И только благодаря профессионализму персонала отдела энергетических установок (ОЭУ У-70), своевременному ремонту и техническому обслуживанию система питания У-70 до сих пор работает и позволяет проводить Институту эксперименты на ускорителе.



Машинный зал здания 10

укладываются в пределы ГОСТА 13109-97 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения», а потому подключение других потребителей на эти секции недопустимо. Влияние циклов работы основной системы питания кольцевого ускорителя на напряжение остальных секций 10 кВ (III – VIII секции) подстанции ГПП через сеть 110 кВ ослабляется на порядок.

Таким образом, действующая система питания имеет ряд существенных недостатков:

- малая эксплуатационная надежность вращающихся агрегатов, связанная с повреждениями роторов и других элементов электрических машин;
- большие эксплуатационные расходы;
- низкий КПД системы, который в номинальном режиме составляет ~ 83%. Собственные потери ~ 2,4 МВт;
- принципиальные ограничения возможности улучшения качества (стабильности) плоских частей магнитного цикла.

Помимо этого, электромашинные агрегаты имеют ряд серьезных недостатков с точки зрения экологической обстановки в машинном зале здания 10 в связи с большими собственными потерями мощности, необходимостью применения мощной вентиляции, необходимостью применения водяного охлаждения, наличием угольной пыли, маслохозяйства, высоким уровнем вибрации и шума. Опыт эксплуатации подобных агрегатов как на отечественных, так и на зарубежных ускорителях показал, что в условиях интенсивных динамических нагрузок (в нашем случае шесть-семь циклов в минуту при изменении частоты вращения на 8% в каждом цикле) ресурс работы их ограничен.

Развитие силовой электроники позволило разработать вариант системы питания кольцевого электромагнита ускорителя ИФВЭ, не имеющей указанных выше недостатков при переходе на статическую систему питания, т.е. без использования вращающихся агрегатов.

Проект такой системы питания был разработан в 2011 году ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО», г. Санкт-Петербург, при непосредственном участии специалистов отдела энергетических установок института (ОЭУ У-70). Основной

задачей проекта является замена морально и физически устаревшего оборудования системы питания кольцевого электромагнита ускорителя У-70 на современное энергетическое оборудование, что позволит:

- значительно снизить нагрузки на конструкции здания энергокорпуса ГНЦ ИФВЭ за счет уменьшения массы нового оборудования по отношению к существующему примерно в 6 раз;
- снизить шум и исключить вибрацию в здании энергокорпуса ГНЦ ИФВЭ;
- исключить образование угольной пыли при эксплуатации щеточно-коллекторных узлов электромашинных агрегатов;
- исключить необходимость содержания маслохозяйства для подачи турбинного масла в подшипники электромашинных агрегатов;
- обеспечить снижение собственных потерь электроэнергии на 70% за счет повышенного по сравнению с электромашинными агрегатами КПД преобразовательных трансформаторов;
- снизить потребление оборотной охлаждающей воды;
- значительно повысить уровень экологической и противопожарной безопасности за счет исключения использования турбинного масла и применения в составе оборудования современных негорючих материалов;
- обеспечить дополнительное резервирование энергоснабжения г. Протвино по линии 220 кВ Протон - У-70 в случае возникновения аварийных ситуаций на линии 110 кВ п/с «Протон».

Проектом предусмотрено, что основная часть нового оборудования размещается в существующем здании 10 энергокорпуса ГНЦ ИФВЭ вместо демонтируемого оборудования без изменения строительных конструкций. Необходимо также соорудить на территории ГНЦ ИФВЭ площадки площадью 900 м<sup>2</sup> для размещения одного масляного трансформатора, элегазового



Бригада, проводящая демонтаж оборудования системы питания У-70. Слева направо: Казанцев Александр Анатольевич, Калаев Михаил Юрьевич, Спицын Андрей Евгеньевич, Белоус Вадим Анатольевич, Балашов Александр Васильевич, Миленко Александр Фёдорович, Катарушкин Владимир Александрович.

распределительного устройства 220 кВ и приемного портала.

Проектируемая система питания У-70 будет подключена к сети 220 кВ от шин п/с «Протон». Напряжение будет подведено воздушной линией 220 кВ по одному вводу в распределительное устройство 220 кВ (ОРУ-220 кВ) открытого типа, где с помощью комплектного элегазового распределительного устройства 220 кВ производства фирмы «ABB» оно будет подано на масляный трансформатор. С вторичных обмоток этого трансформатора напряжение 10 кВ подается на две секции распределительного устройства ЗРУ-10 кВ с ячейками NXAIR, выпускаемыми ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО» по лицензии фирмы «Siemens» и далее на четыре сухих преобразовательных трансформатора мощностью 12500 кВА напряжением 10/6,3/6,3 кВ, произведенных фирмой ООО «Электrofизика», г. Санкт-Петербург. Данные трансформаторы будут установлены в машинном зале здания 10 на местах размещения демонтируемых агрегатов 1 ÷ 5 ГА. Они предназначены для питания тиристорных выпрямителей типа В-МПП-2,5к-10к УХЛ4, разработанных и произведенных в ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО». Тиристорные выпрямители обеспечивают питание кольцевого электромагнита У-70 в соответствии с требованиями к магнитному циклам. Статические тиристорные компенсаторы (СТК), позволяющие разгрузить сетевой трансформатор от реактивной мощности при работе ускорителя, будут питаться от секций ЗРУ-10 кВ. СТК рассчитаны

и разработаны совместным российско-итальянским предприятием «ЛО Ансальдо-ВЭИ».

К настоящему времени для реализации проекта модернизации системы питания ускорителя У-70 произведена закупка трансформаторного оборудования, а именно одного масляного трансформатора (мощностью 63 мВА (пиковой мощностью 100 мВА), напряжением обмоток 230/11/11 кВ) и пяти сухих трансформаторов (мощностью 12500 кВА напряжением 10/6,3/6,3 кВ). Также начато сооружение площадки для размещения оборудования ОРУ-220 кВ на территории ГНЦ ИФВЭ и заключен договор на изготовление оборудования и проведение монтажных и пусконаладочных работ с завершением в декабре 2013 г.

По завершению этих работ система питания ускорителя У-70 будет подключена к отдельной ЛЭП, что позволит значительно уменьшить вероятность сбоев в работе городской энергосистемы во время сеансов работы ускорителя. Также у города появится резервная линия питания, которую можно будет задействовать в экстренных ситуациях при сбое на основной линии 110 кВ.

На данный момент в 10 здании уже ведутся работы по демонтажу старого оборудования. В последующих выпусках «Ускорителя» мы будем периодически сообщать о ходе модернизации энергетической системы У-70.

## Наши диссертанты

*В апреле в Объединённом Институте Ядерных Исследований, г. Дубна, состоялась защита докторской диссертации «Разработка и создание сверхпроводящих устройств и систем криогенного обеспечения для ускорителей и каналов транспортировки пучков частиц высоких энергий».*

Защитил диссертацию руководитель Инженерно-физического отдела ФГБУ ГИЦ ИФВЭ Козуб Сергей Сергеевич. Основным направлением научной деятельности Сергея Сергеевича являются разработка сверхпроводящих магнитов для ускорителей и криогенных систем, необходимых для их охлаждения. Диссертация, представленная к защите в Дубне, явилась результатом многолетних исследований в данной области.

Разработка и создание сверхпроводящих быстроциклирующих высокопольных магнитов и систем криогенного обеспечения необходимы для повышения энергии и интенсивности потоков частиц на ускорителях. В частности, такие магниты необходимы сегодня для проектируемого ускорителя SIS 300 (последней ступени ускорительного комплекса по исследованию антипротонов и ионов FAIR, Германия).

Для решения поставленных задач были созданы специальные измерительные устройства, позволяющие исследовать механические, тепловые и электрические свойства материалов, используемых при создании сверхпроводящих устройств. Также были разработаны методики и проведены исследования как теплопередачи через различные изоляционные покрытия от образцов обмотки магнита к жидкому гелию, так и гидравлического сопротивления каналов обмотки при протекании охлаждающего гелия. Проведенные комплексные исследования тепловых, электрических и механических свойств материалов и сверхпроводящей обмотки

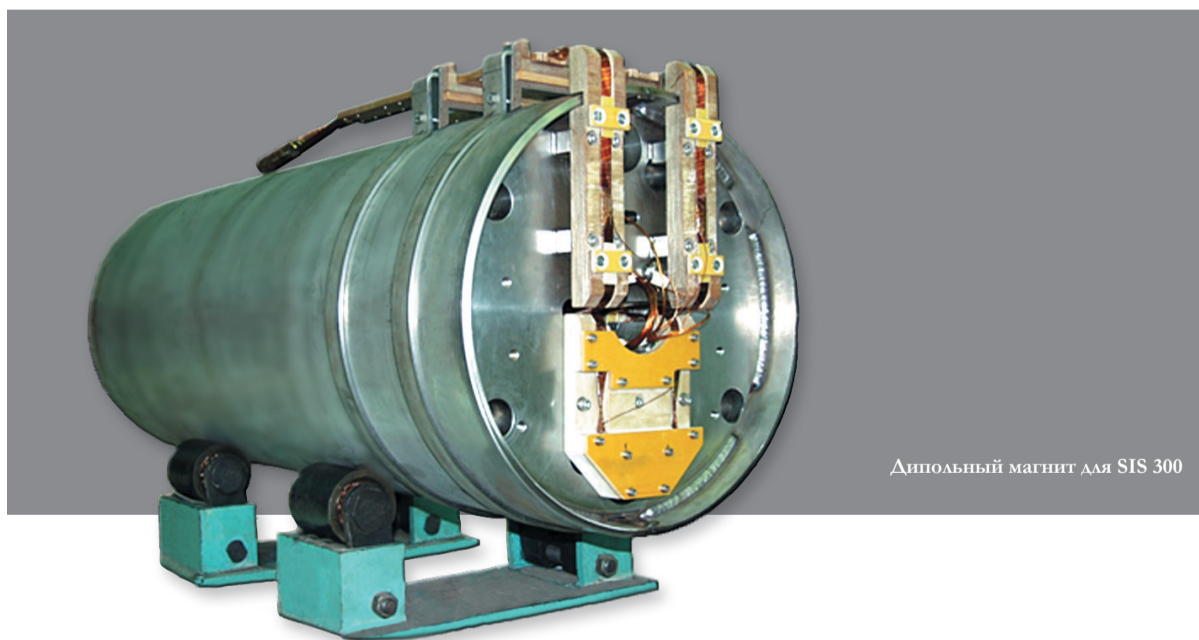
магнита позволили получить необходимую информацию для расчета сверхпроводящих быстроциклирующих магнитов и систем их криогенного обеспечения.

По результатам исследований был разработан и изготовлен сверхпроводящий быстроциклирующий высокопольный дипольный магнит проектируемого ускорителя SIS 300 с номинальным магнитным полем в апертуре 6 Тл и скоростью изменения магнитного поля 1 Тл/с. В процессе испытаний магнита получено рекордное сочетание значений центрального магнитного поля 6,8 Тл и скорости изменения поля до 1,2 Тл/с.

Как известно, сверхпроводящие системы большой протяженности со значительными тепловыделениями должны иметь эффективную систему охлаждения, без которой невозможно достижение заданных параметров. Расчет показал, что на температурном уровне 4,5 К тепловая нагрузка на систему криостатирования SIS 300 составит примерно 4,3 кВт. Разработанная схема криостатирования ускорителя SIS 300 позволила обеспечить требуемые режимы охлаждения и криостатирования сверхпроводящих быстроциклирующих магнитов данного ускорителя.

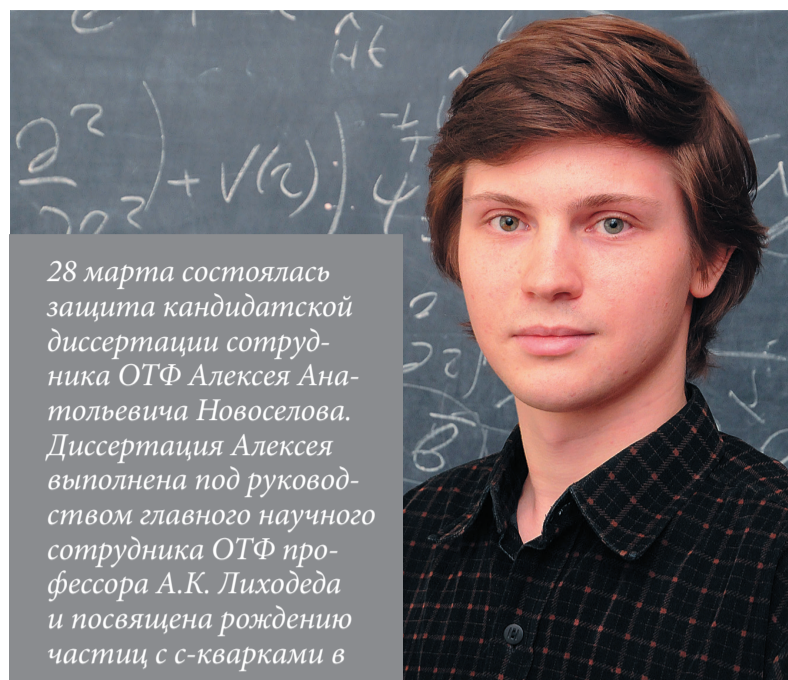


Использование сверхпроводящих устройств на выводных каналах ускорителя позволяет существенно повысить интенсивность потоков частиц на экспериментальные установки. Создание системы криогенного обеспечения сверхпроводящего сепаратора - это актуальная задача, которую необходимо было решить для получения сепарированного пучка К-мезонов на Ускорительном комплексе ГИЦ ИФВЭ. Сегодня можно констатировать создание и успешную работу на Ускорительном комплексе У-70 ГИЦ ИФВЭ самой крупной в России криогенной системы холодопроизводительностью 280 Вт при температуре 1,8 К, охлаждающей сверхпроводящие дефлекторы сверхтекучим гелием. Успешная работа этой системы позволила обеспечить необходимые параметры сверхпроводящего высококачественного сепаратора 21 канала, получить более миллиарда событий на установке ОКА и продолжать исследование каонных распадов.



Дипольный магнит для SIS 300

Гл. редактор - Козуб А.С.,  
вёрстка и дизайн - Акоева А.Б.,  
фото - Козуб А.С.  
Корректор - Карпова О.А.  
Почта редакции: uskoritel@iher.ru  
Отпечатано в компании «А-принт» г.Протвино.  
Тираж 999. Подписано в печать XX.XX.2013. Заказ №XX



*28 марта состоялась защита кандидатской диссертации сотрудника ОТФ Алексея Анатольевича Новоселова. Диссертация Алексея выполнена под руководством главного научного сотрудника ОТФ профессора А.К. Лиходеда и посвящена рождению частиц с с-кварками в различных процессах. Актуальность таких исследований обусловлена, в первую очередь, открывающимися перспективами высокоточных измерений на новейших экспериментальных установках.*

и теперь подтверждена сравнением с данными экспериментов BaBar, Belle, CLEO, ALEPH и OPAL, выполненным Алексеем.

В диссертации Новоселова рассмотрен процесс парного рождения J/ψ-мезонов, состоящих из двух с-кварков. Сечение и кинематические распределения в такой реакции проливают свет на рождение кваркония. Наблюдение этого процесса на большой статистике стало возможно с началом работы ЛНС, в первую очередь, на специализированной установке ЛНСб.

Алексеем выполнено полное компьютерное моделирование процесса парного рождения S-волновых кваркониев, позволяющее получить как сечение, так и любые дифференциальные распределения. Последнее особенно важно для выделения интересующего сигнала в условиях ЛНС, где образование частиц может происходить и независимо, в двух отдельных глюон-глюонных взаимодействиях.

Рассмотренный Алексеем случай входит в цикл работ «Парное рождение тяжелых кваркониев», выполненный совместно с В.В. Брагудой и А.В. Лучинским. Этот цикл удостоен премии И.В. Курчатова 2012 года в номинации работ молодых научных сотрудников и инженеров-исследователей.

Физика тяжелых (с и b) кварков является важной ветвью физики элементарных частиц, поскольку, во-первых, позволяет исследовать сильные взаимодействия внутри адронов в нерелятивистском режиме, а во-вторых, необходима для исследования нарушения CP-симметрии.

Нетривиальным является вопрос о переходе ненаблюдаемых и бесструктурных кварков в конечные частицы, детектируемые в экспериментах. При определенных условиях ответ на него дают функции фрагментации, определяющие долю импульса кварка, уносимую образующимся из него адроном. В диссертации Новоселова для с-кварка установлена зависимость этих функций от типа конечной частицы: мезона или бариона. Такая зависимость была предсказана В.Г. Картелишвили, А.К. Лиходедом и В.А. Петровым в 1978 году

## Поздравление ветеранов



Ветераны:  
Горлов Николай Иванович,  
Бурчак Валентина Фёдоровна.

В преддверии Дня Победы представители Института навестили ветеранов Великой Отечественной войны и трудового фронта, трудившихся ранее в ГИЦ ИФВЭ, всего около 80 человек.

Это выездное мероприятие является нашей доброй многолетней традицией, которая не прерывалась даже в самые непростые годы для Института. Ветераны получают поздравительные открытки и небольшую материальную помощь, а взамен дарят нам своё гостеприимство, угощают чаем и с радостью делятся воспоминаниями. Они рассказывают о себе, войне и послевоенной жизни, показывают фотоархивы, делятся тем, как живут сейчас. Наши ветераны с огромным удовольствием принимают поздравления и рады вниманию со стороны родного предприятия. Мы знаем, что каждый год многие из них ждут этой встречи.

Будем и дальше хранить и соблюдать эту добрую традицию!

Зам. дир. по управлению персоналом Бажина О.В.