

ЭНЕРГИЯ



Институт
ядерной физики
им. Г.И. Будкера
СО РАН

№ 9–10,
(313–314)
июнь 2011 г.

СМТЦУЛС

ПОЗДРАВЛЯЕМ!

Павла Алексеевича Пиминова
с присуждением премии СО РАН
имени академика Г. И. Будкера
за работу «Оптимизация
динамической апертуры электрон-
позитронного супер-коллайдера
Чарм-Тау фабрики в Новосибирске»

ПОЗДРАВЛЯЕМ!

Антон Вячеславович Судников —
лауреата конкурса мэрии
г. Новосибирска на предоставление
грантов молодым учёным и
специалистам в 2011 году с
проектом «Исследование явлений
пересоединения силовых линий
магнитного поля
в многопробочной ловушке ГОЛ-3»

Победители конкурса молодых ученых 2011 года





Итоги конкурса молодых ученых

Физика элементарных частиц

1. **Михаил Геннадьевич Козлов:** «Проверка условия бутстрапа для рождения глюона в мультiredжевской кинематике. Неоктетный вклад».
2. **Александр Валерьевич Грамолин:** «Двухфотонный обмен и упругое электрон-протонное рассеяние (эксперимент на накопителе ВЭПП-3)».
2. **Дмитрий Владимирович Матвиенко:** «Анализ распада $\bar{B}^0 \rightarrow D^{*+}\omega\pi$ на детекторе Belle».
3. **Виталий Сергеевич Воробьев:** «Измерение параметров смешивания D -мезонов с детектором Belle».
3. **Леонид Васильевич Кардапольцев:** «Поиск процессов $e^+e^- \rightarrow f_0(600)\gamma, f_0(980)\gamma, f_0(1350)\gamma$ и $f_2(1270)\gamma$ в области энергий от 1,05 до 1,38 ГэВ».
3. **Александр Сергеевич Руденко:** «Г-нечётные импульсные корреляции в распадах $K_{13\gamma}^+$ и $K_{13\gamma}^0$ ».

Физика ускорителей

1. **Александр Леонидович Романов:** «Анализ исправлений магнитной структуры ВЭПП-2000».
2. **Алексей Валентинович Петрожицкий:** «Детектирование ионов на ускорительном масс спектрометре».
2. **Алексей Михайлович Семенов:** «Вакуумная система бустера для NSLS-II».
3. **Ксения Витальевна Астрелина:** «Калибровка модели Теватрона с использованием поворотных измерений поперечных колебаний пучка».
3. **Ярослав Владимирович Гетманов:** «Источник СИ чет-

вертого поколения МАРС: предварительные расчёты».

3. **Сергей Александрович Глухов:** «Создание программного кода для моделирования эффекта IBS».

Синхротронное излучение и ЛСЭ

1. **Василий Валерьевич Герасимов:** «Методы визуализации терагерцевого излучения и их применение в экспериментах на лазере на свободных электронах».
2. **Ярослав Владимирович Гетманов:** «Источник СИ четвертого поколения МАРС: предварительные расчёты».
3. **Михаил Рудольфович Машковцев:** «Изготовление свободно висящих тонких пленок для рентгеновских фильтров».
3. **Юлия Юрьевна Чопорова:** «Терагерцевая голография на ЛСЭ».

Физика плазмы

1. **Дмитрий Викторович Юров:** «Оптимизация параметров подкритичной гибридной системы с источником нейтронов на основе ГДЛ».
2. **Светлана Владимировна Иваненко:** «Прототип измерительного тракта для системы лазерного рассеяния диверторной зоны ИТЭР».
3. **Владислав Фатыхович Складаров:** «Исследование эмиссии субмиллиметрового излучения при турбулентном нагреве плазмы на установке ГОЛ-3».
3. **Александр Николаевич Макаров:** «Времяпролетная методика измерения спектра

нейтронов на установке Тандем-БНЗТ».

3. **Владимир Иванович Алейник:** «Решение задач автоматизации на протонном ускорителе Тандем-БНЗТ».

Физико-техническая информатика

1. **Алексей Николаевич Панов:** «Контроллер модулятора системы питания ЛИУ-2М».
2. **Александр Владимирович Макеев:** «Централизованная система конфигурирования и документирования сложной физической установки».
3. **Павел Борисович Чебляков:** «Управление магнитной системой бустерного синхротрона».

Радиофизика

1. **Георгий Александрович Фатькин:** «Система управления ЛИУ-2М, результаты и опыт запуска».
2. **Алексей Николаевич Панов:** «Контроллер модулятора системы питания ЛИУ-2М».
2. **Алексей Сергеевич Стюф:** «Блок обработки сигналов системы измерения бетатронных частот бустера NSLS-II».
3. **Андрей Владимирович Отмар:** «Разработка регистрирующей камеры на основе КМОП матрицы для использования в экспериментальных установках ИЯФа».
3. **Глеб Георгиевич Китушин:** «Блок управления ВЧ генератора плазменного эмиттера».
3. **Антон Владимирович Павленко:** «Теоретические аспекты метода цифрового интегрирования импульсных сигналов».



В ИЯФе прошел очередной пресс-тур: представителей различных СМИ познакомили с работой установки ВЭПП-2000 и двух ее детекторов — СНД и КМД-3.

Сначала гостей провели на пультовую ВЭПП-2000, здесь Юрий Михайлович Шатунов — чл.-корр. РАН, заведующий 11 лабораторией — рассказал о том, как создавалась эта установка нового поколения и как она действует:

— Эта пультовая в прошлом была пультовой ускорителя ВЭПП-2. Его история началась в 60-х годах прошлого века. ВЭПП-2 была первой в мире установкой с электрон-позитронными пучками. В большей степени это была проверка принципа действия. Тогда никто не верил в то, что можно накопить достаточное количество позитронов, столкнуть их с электронами и что-то реальное из этого получить. Однако проект увенчался успехом и, более того, ВЭПП-2 принес ряд неожиданных физических результатов. Все это вместе послужило толчком к строительству новых установок во всем мире. Энергия установок с электрон-позитронными встречными пучками увеличивалась, росли их размеры и производительность — светимость. Этот процесс продолжается до сих пор.

После ВЭПП-2 в ИЯФе построили следующую установку — ВЭПП-2М, которая проработала двадцать пять лет и была основным поставщиком информации по фундаментальным взаимодействиям в своей области энергии (до 1,4 ГэВ).

Фундаментальные взаимодействия бывают сильные, слабые, электромагнитные и гравитационные. Слабые взаимодействия на эту область энергии практически не влияют. Электромагнитные взаимодействия хорошо описываются квантовой электродинамикой, что не исключает постоянной проверки этого утверждения на новых уровнях точности. Сильные взаимодействия — это то, что не дает

Важнейшие результаты института
 В этой рубрике мы продолжаем рассказывать о работах, признанных ученым советом лучшими по итогам прошлого года: «На электрон-позитронном коллайдере ВЭПП-2000 получена светимость в режиме круглых встречных пучков во всем диапазоне энергии накопителя. Проведен первый эксперимент с двумя детекторами СНД и КМД-3 в диапазоне энергии 1000–1900 МэВ с набором интегральной светимости 15 обратных пикобарн» (читайте на стр. 3–6).

распасться ядрам атомов и, в конце концов, благодаря чему мы с вами сейчас разговариваем.

Так уж случилось, что одновременно с развитием метода встречных пучков, физики начали создавать так называемую Стандартную Модель, которая объединяет и силь-

ВЭПП-2М морально устарела, было принято решение заменить ее новой — ВЭПП-2000.

В начале тысячелетия время было тяжелое, государственного финансирования практически не было, однако мы решили, используя предыдущую инфраструктуру, заменить только накопитель, повысив его энергию и существенно увеличив светимость, для того, чтобы изучать более редкие процессы. Однако главной трудностью создания нового накопителя явилась необходимость из-за отсутствия более просторного помещения втиснуть его на место старой установки, мощность которой была почти в два раза меньше. Пришлось прибегнуть к нестандартным решениям. Были разработаны магниты с полем 24 кГс. Любой западный инженер отказался бы от

ВЭПП-2000: результаты и перспективы



ные, и слабые, и электромагнитные взаимодействия. Причем развитие теории и эксперимента взаимно обогащали и ускоряли друг друга и продолжают это делать до сих пор.

Но надо сказать, что Стандартная Модель описывает сильные взаимодействия только при очень больших энергиях. При малых же энергиях нужны экспериментальные данные с установок, для того, чтобы понимать строение более энергичных частиц. Эта область энергии и является задачей для наших коллайдеров: сначала для ВЭПП-2М, а теперь и для ВЭПП-2000.

Примерно к двухтысячному году, после того, как установка

решения такой задачи, так как их учат, что выше 14 кГс магниты делать нельзя — это неэффективно. Но нам пришлось сделать именно такие магниты, и они сегодня прекрасно работают, обеспечивая необходимое время жизни пучков — десятки часов. Для фокусировки пучков в местах встречи применены соленоиды с полем до 130 кГс. Ранее в технике накопителей такое поле не получали нигде — это достаточно сложная задача. Нам пришлось ее решать для реализации идеи «круглых пучков». В месте встречи пучок представляет собой цилиндрический ступок с диаметром в десятки микрон и длиной примерно три сантиметра. Ступки



электронов и позитронов вращаются в магнитном поле в противоположных направлениях и сталкиваются друг с другом в двух местах, где установлены детекторы. Для понимания идеи «круглых пучков» уместно провести аналогию с Солнечной системой, в которой Земля вращается в нелинейном поле нашей звезды достаточно стабильно вот уже пять миллиардов лет, благодаря наличию дополнительного закона сохранения момента импульса. Нечто подобное происходит и в ускорителе с круглым пучком, где появляется дополнительный интеграл движения, который повышает стабильность движения частиц при нелинейном воздействии коллективного поля встречного сгустка.

Комплекс ВЭПП-2000 со своей инжекционной частью — это четыре ускорителя в цепочке, которые используют различные источники питания со слабым постоянным током, с сильным постоянным током, мощность которого примерно 1 МВатт, а также импульсные источники, высокочастотные и так далее. Все это многообразие источников управляется через сеть компьютеров, которая объединена с компьютерной сетью детекторов.

Здесь, в пультовой, с помощью различных систем ведется наблюдение за пучком в разных местах ускорительного комплекса, в том числе, и в накопителе ВЭПП-2000. Проходя через магниты, электроны и позитроны излучают СИ (синхротронное излучение), которое имеет широкий спектр, в том числе, и видимый, свет которого мы используем для наблюдения за пучком. Координаты и размеры пучков измеряются с помощью 16 ПЗС камер. Это очень удобный инструмент для изучения всех возможных ситуаций, в том числе, различных неустойчивостей.

Первый пучок на ВЭПП-2000 появился в 2006 году. Годом позже была проверена идея «круглых пучков». В сравнении с данными старого ВЭПП-2М при прочих равных условиях круглый пучок давал в три раза большую светимость.

Одновременно с заменой накопителя была проведена модернизация детекторов СНД и КМД, а точнее — они были построены

практически заново. В прошлом году начался экспериментальный сезон с этими двумя детекторами, и пошла первая информация.

В 2011 году был проведен полномасштабный заход с набором событий рождения частиц в области энергий от 1 до 2 ГэВ. В марте-апреле этого года мы вышли на максимальную энергию, при которой рождаются тяжелые протоны и антипротоны, а также нейтроны и антинейтроны.

Следует отметить, что антипротон — частица не новая. В 50-х годах прошлого века за ней уже «охотились» в Дубне, где был специально построен огромный синхрофазотрон для того, чтобы найти эту частицу. Но этой установке не хватило энергии, и антипротон был впервые наблюден в Америке на ускорителе «Космотрон» с энергией первичного пучка протонов 11,5 ГэВ.

Однако на ВЭПП-2000, где энергия электронов и позитронов всего 1 ГэВ, вся энергия сразу переходит в рождение антипротонов, причем они рождаются сравнительно медленными и не улетают далеко из наших детекторов.

Авторы идеи установки ВЭПП-2000 — сотрудники нашей лаборатории, которая ранее работала на ВЭПП-2М. Мы постоянно искали пути повышения светимости, в результате было принято решение попробовать вариант круглых пучков. Он получился, и теперь у нас есть возможность по сравнению с предыдущей установкой увеличить светимость в 40–50 раз и расширить энергетический диапазон наших измерений, — закончил свой рассказ Ю. М. Шатунов. После того, как он ответил на многочисленные вопросы журналистов, гостей пригласили на пультовую детектора СНД (Сферический Нейтральный Детектор).

О том, как работают физики-детекторщики, рассказали Сергей Иванович Середняков — профессор, доктор физ.-мат. наук, заведующий лабораторией и Владимир Прокопьевич Дружинин — профессор, доктор физ.-мат. наук, гл. научный сотрудник.

С. И. Середняков:

— В нашем институте на коллайдере ВЭПП-2000 было об-

наружено рождение барионов и антибарионов, что можно назвать рождением вещества и антивещества. Однако в ИЯФе рождение протонов и антипротонов наблюдается не впервые: несколько лет назад эти процессы наблюдались на установке ВЭПП-4.



Особенностью эксперимента на ВЭПП-2000 является то, что здесь наблюдается не только рождение вещества и антивещества, но и его исчезновение.

После рождения частиц — протонов и антипротонов — они попадают на стенку вакуумной камеры, и здесь происходит процесс аннигиляции — превращение антивещества в чистую энергию. Уже зафиксировано несколько тысяч таких событий.

В. П. Дружинин: Сейчас идут эксперименты на Большом адронном коллайдере, там ожидается рождение новых частиц, которые объяснят возникновение Вселенной, асимметрию между веществом и антивеществом.

Параллельно с экспериментами на сверхвысоких энергиях в мире проводятся эксперименты на низких энергиях, в которых изучается ядерная физика, то есть устройство атомных ядер. Проводится довольно много таких экспериментов. Одно из направлений — это изучение свойств протона, то, чем мы занимаемся, в частности, на ВЭПП-2000.

Наблюдая рождение пар протонов и антипротонов при низких энергиях, мы изучаем свойства ве-



щества, из которого все состоит. Если при высоких энергиях можно получить какие-то теоретические предсказания, то при низких энергиях расчеты практически невозможны. Например, в химии все описывается электромагнитными взаимодействиями, но нельзя точно посчитать, как устроены атомы, то же самое и здесь — нельзя посчитать, как устроен протон, хотя он состоит из трех кварков. Поэтому важно как можно больше накопить экспериментальных результатов.

Протоны и антипротоны научились получать давно. Важной особенностью установки ВЭПП-2000 является то, что она будет иметь рекордную производительность вблизи порога рождения пары нуклон и антинуклон. Именно вблизи порога мы можем эту силу взаимодействия бариона и антбарии особенно четко почувствовать. Когда мы удаляемся дальше от порога, начинает работать теория сильных взаимодействий — квантовая хромодинамика, а здесь мы находимся в области ядерной физики и можем исследовать взаимодействия между протоном и антипротоном, нейтроном и антинейтроном.

Мы измеряем так называемые формфакторы протона и нейтрона. Вблизи порога взаимодействие протона и антипротона особенно сильное, и формфакторы ведут себя необычно. Эта область составляет около 50 МэВ, именно здесь работает ВЭПП-2000, здесь у нас максимальная светимость, и здесь мы можем получить лучший в мире результат.

Похожие измерения мы проводили на В-фабрике в Америке с детектором BABAR. И там мы проводили измерения, начиная с порога. Но на ВЭПП-2000, при той светимости, которую планируется достичь через год-два, мы будем иметь событий на три порядка больше. Поэтому область вблизи порога мы сможем промерить с очень высокой точностью.

Протон состоит из трех кварков, связанных сильным взаимодействием. Здесь работает совсем

другой закон, чем, скажем, в электромагнитных взаимодействиях. Когда между кварками расстояние увеличивается, сила растет, и поэтому в какой-то момент начинают рождаться новые частицы. Эти взаимодействия описываются теоретически, но из-за сложного закона по существующим формулам ничего нельзя посчитать при низких энергиях. Поэтому нужно строить модели, а для этого нужны экспериментальные данные.

Возникает закономерный вопрос: для чего нужны эти исследования. Мы изучаем протоны и нейтроны, то из чего все состоит. Мы изучаем, как взаимодействуют протоны и антипротоны. Если принципы этих сложных взаимодействий будут понятны, то можно будет, например, создавать какие-то новые технологии, возможно, и новые материалы.

С. И. Середняков: Когда Кулон, Ампер, Фарадей изучали электричество, то в то время это была фундаментальная наука. Сегодня электроэнергетика, телевидение, компьютеры, интернет — все основано на тех фундаментальных работах, которые были сделаны им сто-двести лет назад.

То, чем мы занимаемся сегодня — тоже фундаментальные исследования, ждать от них какую-то практическую пользу через 5–10 лет, оснований нет. Но эта польза может появиться лет через пятьдесят-сто, когда эти исследования могут превратиться в новые технологии.

пример, БАК — это прецизионный микроскоп, там изучаются очень мелкие детали, глубоко внутри ядра. Фактически на БАКе взаимодействуют не протоны, а частицы, из которых состоит протон, кварки и глюоны. Мы же изучаем вещество на больших расстояниях.

На наших энергиях мы видим протон как целое. Мы можем понять, какая у него форма, ощупать его сверху. Если на БАКе смотрят внутрь и разрушают протон, то у нас он существует как целое. Мы отслеживаем взаимодействие протона и антипротона, видим, как меняется их сила взаимодействия. Это важно для того, чтобы понимать строение ядра, знать, как построены более сложные ядра. Если изучен потенциал взаимодействия в простейшей системе, то дальше эту модель можно использовать для расчета более сложной системы. Словом, это совсем разные области.

С. И. Середняков: Если говорить о том, какие новые результаты получены уже сегодня, то они скорее методические. Мы убедились в том, что ВЭПП-2000 легко достиг намеченной энергии, что для измерения экспериментальные условия очень благоприятны — у нас немного наводок, фонов. Выполнено лишь два процента от намеченной программы, поэтому о физических результатах говорить еще рано. Наши планы состоят в том, чтобы многократно сканировать весь доступный интервал энергии, набрать много статистики и в дальнейшем ее анализировать в разных условиях, например, не только при разной энергии, но и с поляризацией.

Чем больше физической информации получили журналисты, тем больше возникало у них вопросов к ияфовским физикам, и один из них — зачем в мире строится так много ускорителей и в чем преимущество ВЭПП-2000. Об этом, а



В. П. Дружинин: На разных установках разные энергии. Это означает, что вещество изучается на разных расстояниях. Так, на-

также об особенностях еще одного детектора этой установки — КМД-3 (Криогенный Магнитный Детектор) зашла речь в пультовой



этого детектора, куда, преодолев все лабиринты узких переходов, добралась журналистская команда. Здесь их ждали Александр Евгеньевич Бондарь — чл.-корр. РАН, декан физического факультета НГУ и Иван Борисович Логашенко — в. н. с., участник экспериментов.

А. Е. Бондарь: Наука — вещь сложная, одни и те же явления можно изучать с разных точек зрения. Это ярко проявляется в такой области науки, как физика, где эксперименты ведутся как при высоких энергиях, так и при низких энергиях.

ВЭПП-2000 — установка нового поколения: здесь исследуется область энергии, которая ранее была плохо изучена. На ВЭПП-2000 получена рекордная светимость для такой энергии. Это позволяет нам изучать очень редкие процессы, вероятность которых очень низка.

Чтобы иметь возможность изучать интересные для нас явления с разных точек зрения, мы работаем на разных установках. Так, например, мы участвуем в экспериментах в Японии, в Швейцарии, в ЦЕРНе. В нашем институте для ионной программы Большого адронного коллайдера была создана установка электронного охлаждения, которая позволила эту программу исследований осуществить: без электронного охлаждения светимость при столкновении ионных пучков была бы ничтожно мала.

У физиков нашего института достаточно высокая квалификация, поэтому нас приглашают для

участия в экспериментах на различных установках. Сейчас в мире вообще большие эксперименты проводят крупными коллаборациями, содружествами ученых из разных институтов и разных стран. Мы тоже приглашаем физиков из зарубежных физических центров для участия в наших экспериментах.



И. Б. Логашенко: Детектор КМД-3 состоит из многих систем, информация с которых позволяет идентифицировать рождающиеся частицы. Например, если в детекторе зарегистрировано две разлетающиеся частицы с большим энерговыделением в калориметрах, можно точно сказать, что произошло событие электрон-позитронного рассеяния. Событием мы называем столкновение электрона с позитроном. Пучки сталкиваются, в каждом из них примерно по 10^{10} – 10^{11} электронов и позитронов, то есть десятки миллиардов. На сто тысяч таких столкновений пучков

происходит лишь одно полезное столкновение электрона и позитрона. События бывают разные, иногда случается так, что происходит рождение новых частиц. Например, в ВЭПП-2000 происходят рождения пар протон-антипротон и нейтрон-антинейтрон — эти события очень интересные, они впервые наблюдаются на этой установке и в нашем детекторе.

Электрон и позитрон сталкиваются, продукты этого столкновения из центра разлетаются, их-то детектор и регистрирует. Это позволяет затем изучать те процессы, которые происходили в момент столкновения, что дает новые знания о физике. Событий очень много: мы регистрируем их несколько миллионов в день, и они совершенно разные. Интересные события происходят редко, и одна из сложных задач состоит в том, чтобы их обнаружить, правильно выбрать. Наша задача — все это зарегистрировать и понять, что произошло.

Наш детектор, в отличие от детектора СНД, обладает еще и магнитным полем. В магнитном поле траектория частиц искривляется, это особенно хорошо видно, когда импульс не очень большой. Наличие магнитного поля позволяет измерить импульс частицы, и эта информация также используется при анализе событий.

ВЭПП-2000 будет увеличивать свою производительность, чтобы такие интересные события происходили чаще. В перспективе светимость должна возрасти примерно в десять раз по сравнению с сегодняшним уровнем. А это означает, что можно набрать большую статистику, и тем самым повысить точность измерения.

Нет сомнений в том, что когда журналисты вновь посетят ВЭПП-2000, здесь будут получены новые интересные результаты.

*И. Онучина.
Фоторепортаж Н. Купиной.*



Совещание-презентация ияфовских разработок



19 мая в рамках мероприятия, посвященных Городскому дню науки, в нашем институте состоялось совещание-презентация инновационных высокотехнологических разработок для предприятий города Новосибирска.

В нем приняли участие глава администрации Советского района Алексей Аркадьевич Гордиенко и начальник департамента промышленности, инноваций и предпринимательства мэрии города Новосибирска Владимир Андреевич Афанасьев.

Среди участников совещания были: директор ООО «Завод электромонтажных изделий №1 «Электрон», начальник управления перспективных технологий завода «ЭлСиб», главный инженер ОАО «ПО Новосибирский приборостроительный завод», заместитель генерального директора по развитию ОАО «Электрон», главный инженер ОАО «ПО Новосибирский приборостроительный завод», ведущий инженер службы главного сварщика НЗХК, главный технолог ООО «Сибэлектропривод», начальник бюро по новой технике ОАО завод «Сибсельмаш-спец-

техника» — всего семнадцать человек.

Г. Н. Кулипанов — заместитель директора по научной работе, академик РАН — в своем вступительном докладе «ИЯФ им. Г. И. Будкера СО РАН на мировом рынке высокотехнологичных инноваций» рассказал о разработках нашего института для прикладных приложений.

Н. К. Куксанов, заведующий лабораторией, доктор технических наук в докладе «Промышленные ускорители ЭЛВ для промышленности и экологии» рассказал о том, как проводится обработка полимеров и эластомеров на примере ООО «Ижевский завод пластмасс», г. Ижевск (Удмуртия), а также об использовании промышленных ускорителей на кабельном производстве на примере ЗАО «Кавказкабель», г. Прохладный (Кабардино-Балкария) и об утилизации токсичных стоков и выбросов промышленных производств на примере «ЕВ Tech Co., Ltd.», г. Дэгу (Южная Корея).

А. А. Брызгин, заведующий лабораторией, кандидат технических наук сделал сообщение о том, как используются промышленные ускорители ИЛУ для

медицины, экологии и фармакологии. Вот часть этих применений: стерилизация одноразовых медицинских изделий и сырья для биологически активных добавок на примере ЗАО «Эвалар», г. Бийск (Алтайский край); деконтаминация медицинских отходов на примере ФМБЦ им. Бурназяна (г. Москва); новые методы производства лекарств на примере ЗАО «Сибирский центр фармакологии и биотехнологии» (Новосибирск).

Много заинтересованных вопросов вызвал доклад П. В. Логачева, заведующего лабораторией, доктора физико-математических наук «Технология электронно-лучевой сварки для промышленности». О том, как работает этот новый способ сварки, он рассказал на примере ОКБМ Африкантова (Нижний Новгород), ФГУП «Электрхимприбор», г. Лесной (Свердловская область); ОАО «Воткинский завод», г. Воткинск (Удмуртия); ФГУП «Приборостроительный завод», г. Трёхгорный (Челябинская область).

Жизненно важной теме было посвящено выступление Д. Н. Григорьева, заведующего лабораторией, кандидата физико-математических наук «Системы безопасности на основе СРК «Сибскан» на примере аэропорта Толмачево.

С. Е. Пельтек, заместитель директора ИЦИГ СО РАН по инновационной деятельности, доктор биологических наук познакомил участников совещания с проектом очистки сточных вод Кудряшовского свинокомплекса с использованием электронно-лучевых технологий.

Ответив на многочисленные вопросы, ияфовские физики пригласили гостей на экскурсию на установки.

*И. Онучина.
Фото Н. Кулиной.*



Рубрику ведет к. ф.-м. н. Евгений Балдин

Грид

Мало построить и запустить ускоритель, мало собрать экспериментальные данные с детектора — нужно ещё эти данные как-то обработать, прежде чем человек сможет их осознать. В физике элементарных частиц первичных данных не просто много, а очень много, и от помощи компьютеров никуда не деться. Грид (от англ. *grid* — решётка, сеть) — это способ объединения ничем особо не



«Кусочек» Грида в ИЯФе.

примечательных компьютеров в единую, легкодоступную вычислительную среду.

Сам термин «грид» появился менее двадцати лет назад, как метафора лёгкости доступа к вычислительным ресурсам. Идея объединения дешёвых компьютеров через обычную сеть почти сразу завоевала множество сторонников. Появилось большое число волонтёрских проектов, вроде SETI@home, в которые обычные люди добавляли свой вклад в виде предоставления вычислительного ресурса своего личного компьютера.

Грид-технологии применяются и для обработки данных на Большом адронном коллайдере в ЦЕРНе. Такой большой структуре гораздо выгоднее было бы организовать единый центр, но ЦЕРН пошёл по распределённому пути. В результате «кусочек» Грида обосновался и в ИЯФе. ЦЕРНу от него толку никакого, но для наших родных экспериментов мы используем его на полную катушку. Одно печалит: уж очень этот «кусочек» ма-а-а-ленький.

примечательных компьютеров в единую, легкодоступную вычислительную среду.

Сам термин «грид» появился менее двадцати лет назад, как метафора лёгкости доступа к вычислительным ресурсам. Идея объединения дешёвых компьютеров через обычную сеть почти сразу завоевала множество сторонников. Появилось большое число волонтёрских проектов, вроде SETI@home, в которые обычные люди добавляли свой вклад в виде предоставления вычислительного ресурса своего личного компьютера.

Грид-технологии применяются и для обработки данных на Большом адронном коллайдере в ЦЕРНе. Такой большой структуре гораздо выгоднее было бы организовать единый центр, но ЦЕРН пошёл по распределённому пути. В результате «кусочек» Грида обосновался и в ИЯФе. ЦЕРНу от него толку никакого, но для наших родных экспериментов мы используем его на полную катушку. Одно печалит: уж очень этот «кусочек» ма-а-а-ленький.

Фото А. Зайцева.

Профессор Манфред Тумм возглавляет Институт импульсной мощности и микроволновых технологий в г. Карлсруэ (Германия), который является частью Института технологий г. Карлсруэ, сформированного в октябре 2009 года на основе объединения Университета и Исследовательского центра Карлсруэ. В Исследовательском центре работает около 8 000 человек, а в Университете учится 21 000 студентов. Господин Тумм — профессор факультетов электротехники и информационных технологий с 1990 года. Он читает лекции по технике микроволновых измерений, по микроволновым интегрированным системам и линиям связи, а также по инженерным решениям в области мощных СВЧ-устройств. Аналогичная тематика его исследовательской работы — в Институте импульсной мощности и микроволновых технологий, где он занимается созданием устройств для генерации мощного СВЧ излучения и поиском путей его перспективных приложений. Следует отметить, что господин Тумм будучи студентом занимался созданием нейтронного детектора и по окончании университета получил диплом по специальности «ядерная физика», что вполне созвучно названию нашего института.

Осенью прошлого года Новосибирский госуниверситет стал победителем конкурса, проводимого Минобрнауки с целью финансовой поддержки исследований, осуществляемых под руководством ведущих ученых, имеющих мировую известность. В частности, одним из грантов, поддержанных министерством, стал проект по физике, цель которого — создание в НГУ «Лаборатории перспективных исследований миллиметрового и терагерцового излучения» под руководством профессора Манфреда К. А. Тумма. Выделение средств на период 2010–2012 годы в сумме 125 млн. рублей зафиксировано трехсторонним договором, который подписан министром А. А. Фурсенко, профессором Манфредом К. А. Туммом и ректором НГУ профессором В. А. Собяниным. Поскольку научно-исследовательская деятельность НГУ неразрывно связана с институтами Новосибирского научного центра, то выполнение ряда задач указанного проекта невысказано без непосредственного участия сотрудников ИЯФ СО РАН, что и предусматривает соответствующее дополнительное соглашение между университетом и институтом.

Наш корреспондент встретился с руководителями работ в создаваемой по гранту лаборатории профессором М. К. А. Туммом и профессором А. В. Аржанниковым.

— Господин Тумм, расскажите, пожалуйста, о тематике проекта, в рамках которого проводятся исследования по гранту, а также вы читаете лекции для наших физиков.

— Я очень доволен тем, что сейчас могу сочетать работу в своем институте в Германии с руководством работ по нашему совместному гранту с НГУ, в котором полноправный участник Институт ядерной физики. В рамках работ по гранту уже создана «Лаборатория перспективных исследований по миллиметровому и терагерцевому излучению». Такое электромагнитное излучение имеет широкую сферу приложений, и, в



Перспективные исследования

Миллиметровое и субтерагерцевое излучение в плазменных лабораториях ИЯФа

(Читайте на стр. 8-10.)



частности, оно находит применение в задаче получения и исследования термоядерной плазмы.

У всех на слуху недавняя катастрофа в Японии на атомной электростанции в Фукусиме. Этот случай наглядно продемонстрировал опасность ядерных реакторов. В отличие от них будущий термоядерный реактор синтеза будет гораздо более безопасным. Температуры, необходимые для осуществления термоядерной реакции, такие же, как и в недрах Солнца, потому что на Солнце энергия производится как раз за счет этих реакций. Таким образом, нам необходимы температуры ионизованного газа порядка 100 000 000 градусов, чтобы такой газ назвать термоядерной плазмой. А то, что мы сейчас делаем, можно сравнить с процессом приготовления еды на кухне при помощи микроволновой печи. На кухне мы используем так называемый магнетрон с частотой излучения 2,4 ГГц, который позволяет получить 1 800 кВт мощности. Для нагрева плазмы необходимы несравнимо большие мощности и частоты излучения. Это одно из применений миллиметровых волн.

Другое же применение — это использование миллиметровых волн для обработки материалов, например, для синтеза нанокерамики, а также для создания полупроводниковых структур, которые используются для производства мобильных телефонов. Миллиметровое излучение используется также для проведения каталитических химических реакций.

В Институте прикладной физики в Нижнем Новгороде ученые пытаются вырастить искусственный алмаз при помощи СВЧ-излучения. Сейчас уже производятся целые диски из углерода с кристаллической решеткой алмаза. Я привел только ряд примеров из общей сферы применений миллиметрового излучения.

Длина волны в 1 мм соответствует частоте 300 ГГц. Более короткие волны уже соответствуют терагерцевым частотам, которые сегодня находят широкое применение

в медицине, например, при лечении рака кожи.

Что касается нашего проекта, то мы планируем изучать генерацию электромагнитного излучения высокой мощности в экспериментах по двум направлениям. Одно из них будет реализовано ИЯФе, на установке ГОЛ-3, где удерживается плазма, нагреваемая электронным пучком, который в свою очередь является причиной появления так называемой ленгмюровской турбулентности. Эта турбулентность приводит к образованию плазмонов, которые, в свою очередь, рассеиваются на флуктуациях плотности плазмы, что обеспечивает генерацию электромагнитного излучения с так называемой плазменной частотой. При слиянии двух плазмонов происходит генерация второй гармоники плазменной частоты, величина которой лежит в терагерцевом диапазоне.

Второй эксперимент, который планируется провести в рамках гранта, связан с лазером на свободных электронах, где также имеется высокоэнергетичный релятивистский электронный пучок, который приводит к генерации колебаний с частотой 75 ГГц (что соответствует длине волны 4 мм). В экспериментах на установке ЭЛМИ генерируемое в лазере излучение рассеивается на втором электронном пучке, что позволяет переводить его частоту в терагерцевую область.

В рамках гранта работают еще три группы исследователей. Первая из них занимается детектированием терагерцевого излучения и разработкой квазиоптических ком-





понент (фильтров, спектрометров и т. д.). Две другие группы используют СВЧ-излучение. Одна из них — установка ГДЛ, которая находится здесь, в ИЯФе, это установка для удержания плазмы, температуру которой мы хотим повысить при помощи нагрева СВЧ-излучением частотой 54,5 ГГц. Плазма высокого давления, получаемая в ГДЛ, может быть в будущем применена при использовании в разряде дейтерия и трития с целью получения нейтронов для тестирования материалов конструкции будущего термоядерного реактора на предмет стойкости к нейтронным потокам. Также нейтронный источник на основе ГДЛ мог бы быть очень полезен для дожигания и трансмутации долгоживущих радиоактивных отходов атомных электростанций.

И последняя группа исследователей работает над изучением процессов обработки материалов СВЧ-излучением и его использованием для различных химических реакций.

Как вы видите, проект очень объемный и интересный. Одним из его ключевых моментов является привлечение молодых ученых для участия в инновационных разработках, как прикладных, так и фундаментальных. В проекте участвует большое количество студентов и аспирантов.

— *Профессор Аржанников курирует этот проект с российской стороны?*

— Андрей Васильевич является куратором гранта в мое отсутствие и организует деятельность многочисленных исследовательских групп, участвующих в гранте. Он всегда здесь, а у меня возможность приезжать в Новосибирск — максимум четыре месяца за весь период.

Программа исследований по гранту была составлена на основе многолетнего опыта профессора Аржанникова в этой области. Мы сотрудничаем уже много лет, и идея гранта была предложена российской стороной. Андрей Васильевич задействован в проекте не только как организатор, но и как ученый, который давно занимается СВЧ-излучением и имеет большой опыт.

— *Андрей Васильевич, на какой период рассчитана эта программа?*

— На 2010 — 2012 годы, реальная финансовая поддержка со стороны Министерства началась лишь осенью прошлого года, в случае успешного развития возможна поддержка еще на один-два года. ИЯФ крайне заинтересован в развитии тех исследований, которые положены в основу проекта, поскольку это ряд ключевых задач института по науке. В то же время — это работа научного коллектива, который широко вовлекает молодежь. Кроме того, институт получает дополнительные возможности, как по приобретению нового оборудования, так и по зарплате.

— *Профессор Тумм, какова тематика лекций, которые вы читаете нашим молодым ученым?*

— Электродинамические и квазиоптические системы для генерации и транспортировки мощного СВЧ излучения при ЭЦР-нагреве плазмы. Эти знания необходимы в основном для команды установки ГДЛ, где планируется нагревать плазму СВЧ-излучением. Проблема в том, чтобы транспортировать излучение от гиротрона к установке. Так как длина волны 4 мм, то необходим волновод диаметром около 60 мм, а это значит, что возможна генерация множества мод, и с этим нужно бороться.

Я занимаюсь этой тематикой уже много лет в Германии и являюсь признанным в мире специалистом. Я уже прочел шесть лекций и планирую продолжить этот курс, включив в него именно тематику применения СВЧ-нагрева для плазменных установок. Наш институт в Германии разрабатывает систему СВЧ-нагрева для строящегося стелларатора W7-X (Грайфсвальд, Германия), где предусмотрена 10-МВт система нагрева.

— *Профессор Аржанников, предполагается ли в рамках этого проекта чтение лекций нашими специалистами в Германии?*

— По проекту предусмотрено, что сюда приезжает руководитель этой работы. Если у нас будут возможности каких-то совместных исследований, либо образовательных программ, то мы будем при-

глашать лекторов сюда. Профессор Тумм сконцентрировал свое внимание именно на этом цикле лекций потому, что на установке ГДЛ нет по-настоящему богатого опыта по работе с мощным микроволновым излучением. Команда не готова к этому с позиций не только инженерных решений, но и даже основ электрофизики, которые тоже нужно было дать. Цикл лекций профессора Тумма, а также комментарии, которые он уже дал по итогам этих лекций, позволит ребятам, которые непосредственно вовлечены в эксперимент, связанный с нагревом плазмы СВЧ-излучением, восполнить этот пробел.

Профессор Тумм будет и в дальнейшем консультировать нас по той части эксперимента, которая связана с микроволновым излучением.

— *Господин Тумм, это ваш первый визит в ИЯФ?*

— В России я уже был много раз, так как тесно сотрудничаю с Институтом прикладной физики (Нижний Новгород), Институтом сильноточной техники (Екатеринбург), Политехническим университетом и Институтом им. Ефремова (Санкт-Петербург). Я люблю бывать в России, мне нравятся русские, их образ мыслей.

В ИЯФе до этого гранта я был дважды. У нашего института давнее сотрудничество с ИЯФом и НГУ, мы часто пересекаемся вне рамок этого гранта, со многими ияфовцами я знаком уже много лет. Участники нашего нынешнего проекта имеют высокую квалификацию и очень хорошую репутацию в научном мире. Для меня никогда не было вопроса, участвовать ли в этом большом гранте или нет. Я лишь боялся, что, совмещая эту работу с руководством институтом в Германии, где у меня множество обязанностей, столкнусь с дефицитом времени.

Беседовала и подготовила к публикации И. Онучина.

*Научное консультирование
А. В. Аржанникова.*

Перевод Е. Солдаткиной.



Конкурс профессионального мастерства

14 мая на базе ОАО «Институт прикладной физики» состоялся 10-й районный конкурс профессионального мастерства «Рабочий года 2011» по профессии «токарь».

Конкурсантам необходимо было ответить на теоретические вопросы и выполнить практическое задание, соблюдая все правила безопасности. В напряженной конкурентной борьбе победил Владимир Дубровин, токарь 6 разряда ЗАО «Экран-ФЭП». Он второй год подряд становится лучшим по профессии в Советском районе. Второе и третье места заняли рабочие ОАО «ИПФ» Борис Мартьянов и Владимир Васильев соответственно.

Самый молодой участник конкурса Максим Ерошкин (21 год, ИЯФ СО РАН) достойно прошел все испытания. Хочется надеяться, что его положительный опыт послужит примером для молодых рабочих других предприятий района.

Всем конкурсантам вручены дипломы и поощрительные де-

нежные призы за участие в состязании.

В. Дубровин и Б. Мартьянов будут представлять наш район на городском конкурсе токарей. Администрация Советского района поздравляет победителей районного конкурса «Рабочий года 2011» и выражает благодарность руководителям организаций, принявших участие в этом состязании: Н. Вдовину (ОАО «ИПФ»), А. Скринскому (ИЯФ СО РАН), Б. Грохотову (ООО НЭМЗ «Тайра»), С. Фунт (ЗАО «Экран-ФЭП»).

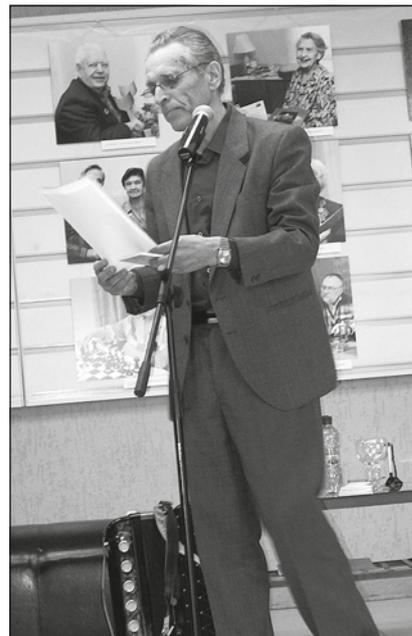
Благодарим спонсора конкурса — группу компаний «Сибирь-спецодежда» (директор Е. Шапаренко, пошив спецодежды и нанесение логотипов), любезно предоставившего всем конкурсантам футболки с логотипом юбилейного конкурса.

*Администрация
Советского района.*

Газета «Навигатор».



Участники конкурса от ИЯФа: Игорь Валерьевич Петров, Максим Андреевич Ерошкин, Сергей Александрович Титов.



Дети войны

Так назывался поэтический вечер, который состоялся в Доме ученых накануне Дня Победы. И. И. Авербух прочел там свои новые стихи.

Детей войны уходит время,
Как в поле, выкосит траву,
На смену им другое племя,
Не повидавших наяву.

Иначе день Победы встретят,
Как через призму, поглядят,
Другое что-нибудь отметят,
И многое годам простят.

А мне запомнился тот вечер,
Кружил по улицам впотьмах,
И залезал под куртку ветер,
И ноги стыли в башмаках.

Коптилки огонёк метался
Хлеб по кусочку на столе,
А самовар не разгорался,
И щи холодные в котле.

День завершался необычно,
И слёзы не пересыхали,
И было тихо, непривычно,
Как будто рядом отпевали.

И не было конца той доле,
Казалось, навсегда накрыла,
Война закончилась на поле,
А здесь ещё не уходила.



1 мая в спортзале ИЯФа (ЭП-1, Правые Чемы) состоялся детский спортивный праздник «Мама, папа, я — спортивная семья». За победу в веселых эстафетах боролись две команды «Кристалл» и «Шустрики». Наравне с детьми активное участие принимали мамы, папы и даже бабушки, причем последние по активности ничуть не уступали, а в чем-то даже и превосходили своих более молодых товарищей.

Как и в прошлые праздники, соревнования начинались с выбора девиза и герба команд. Наряду с уже ставшими традиционными конкурсами, такими как перетягивание каната, эстафет с мячами, в этот раз командам было предложено испытать и проявить себя в нескольких новых видах соревнований. Например, баскетбольных упражнениях, эстафете по рисованию общекомандного рисунка и стрельбе из пневматического оружия. Все эстафеты проходили в азартной спортивной борьбе, об уровне накала, в частности, могут косвенно свидетельствовать буквально превращенные в лохмотья бумажные мишени, по которым велась прицельная стрельба.

Мама, папа, я — спортивная семья!



Каждый конкурс по пятибалльной шкале оценивался выбранным жюри. Жюри на этот раз, впрочем, как и положено, было довольно строгим — за нарушения правил в конкурсах командам снимали баллы, но, тем не менее, чаще всех судьи поднимали заветные зеленые карточки с оценкой пять баллов.

В ходе упорной борьбы то одна, то другая команда брала

вверх, основной накал страстей проявился в последнем конкурсе — перетягивании каната. В момент наивысшего пика часть наиболее активных зрителей сорвалась с мест и стала помогать своим командам.

Тщательный подсчет всех итогов показал, что обе команды набрали абсолютно равное число баллов, как говорится, победила дружба! Все участники получили награды: связку бубликов, шоколадные медали и связку воздушных шаров.

По окончании спортивного праздника усталые, но счастливые юные спортсмены наслаждались чаем с печеньем и конфетами в холле ЭП-1.

В 2012 году детская комиссия ИЯФа также планирует провести веселые старты и заранее приглашает всех желающих принять в них участие.

Хотелось бы, чтобы в следующем календарном году были найдены средства для проведения, как минимум, косметического ремонта в спортивном зале в Чемах

Приходите всей семьей, хорошее настроение и заряд оптимизма гарантируем!

*В. Бобровников.
Фото автора.*

Адрес редакции: 630090, Новосибирск,
просп. Ак. Лаврентьева, 11, к. 423.
Редактор И. В. Онучина.
Телефон: 8 (383) 329-49-80
Эл. почта: onuchina@inp.nsk.su

Газета издается
ученым советом и профкомом
ИЯФ им. Г. И. Будкера СО РАН
Печать офсетная.
Заказ №0611

«Энергия-Импульс»
выходит один раз
в месяц.
Тираж 450 экз.
Бесплатно.