

# ЭНЕРГИЯ



№ 2-3  
март  
2002 г.

## — Краткосрочно



*С 28 февраля по 6 марта 2002 года в нашем институте проходит VIII международная конференция по методике экспериментов на встречных пучках. Первая конференция состоялась двадцать пять лет назад в 1977 году. Сегодня «Э-И» публикует материалы, посвященные этой теме.*

**В. Сидоров**

### **Из истории конференции по методике экспериментов на встречных пучках**

Идея регулярно проводить конференции по методике экспериментов на встречных пучках родилась в 1976 году, и ее активно поддержали А.М. Будкер и В. Пановский, директор SLACa. К сожалению, первая конференция прошла без участия Андрея Михайловича: его не стало в 1977 году. Была достигнута договоренность со SLACом о том, что конференция будет проходить поочередно в Новосибирске и Калифорнии. Первая конференция прошла в 1977 году в ИЯФе.

Следующая состоялась в SLACе лишь в 1982 году, так как в это время осложнилась международная обстановка в связи с вступлением наших войск в Афганистан. По этой причине слаковцы сообщили, что у них есть трудности с организацией конференции под лозунгом Новосибирск-SLAC, и предложили сделать эту конференцию международной. Но встал вопрос, как добираться в США: советские самолеты не лета-

ли больше в Нью-Йорк. Об этих трудностях мы сообщили В. Пановскому. В ответ пришла телеграмма, которая прекрасно характеризует отношения ИЯФа и SLACa в тот период. В ней говорилось, что SLAC готов принять делегацию физиков из Новосибирска и доставить их за свой счет из любого аэропорта Северной или Южной Америки. В Мексику наши самолеты летали, и ияфовцы прилетели в Мехико, а оттуда — в Калифорнию.

В SLACе было проведено две конференции — в 1982 и 1987 годах. Конференция 1993 года также должна была проводиться в SLACе. Но Пановский к тому времени ушел на пенсию, кроме того, в США произошло неприятное событие: несмотря на уже вложенные 2 миллиарда долларов, было закрыто начавшееся сооружение SSC. Результатом стечения обстоятельств стало то, что SLAC в 1993

году конференцию не проводил. Несмотря на это конференция 1996-го года состоялась в Сибири. Но пужно было решать, где состоится следующая. Наше предложение провести конференцию в Японии поддержал директор КЕК Сугавара. И на заключительном заседании было объявлено, что конференция 1999 года будет в Японии. Там и договорились о проведении конференции 2002 года, которую мы сейчас принимаем в Новосибирске.

Показывать Сибирь лучше в начале марта — много снега, солнца и не холодно. Поэтому было выбрано именно это время. За прошедшие с момента первой конференции двадцать пять лет значительно расширилась география ее участников. Появилось несколько новых лабораторий, работающих методом встречных пучков, в частности, в Японии, Китае. Мы рады, что гостей у нас сегодня намного больше, чем на первой конференции.

*А. Онучин*

## *Первая конференция дала импульс плодотворной дружбе*

### **Накануне конференции**

Прошло 25 лет со времени первой конференции, которая проходила в сентябре 1977 года в Новосибирске. В связи с этим хотелось бы поделиться некоторыми впечатлениями.

Решение о проведении такой конференции, посвященной детекторам на установках со встречными пучками, было принято А.М.Будкером и профессором В. Пановским — организаторами и первыми директорами ИЯФ и SLACa. К этому времени наш институт и SLAC уже связывали многолетние и дружеские отношения.

Эти два института впервые в мире решили строить установки со встречными электронными пучками. ИЯФ — установку ВЭП-1 на энергию 2 по 160 МэВ, SLAC — установку на энергию 2 по 550 МэВ. В 1963 году были успешно проведены эксперименты по накоплению электронов в одно кольцо и исследованию фоновых условий. В 1964 году практически одновременно на обеих установках была получена первая светимость, и вскоре начались первые физические эксперименты по упругому электрон-электронному рассеянию — исследованию справедливости квантовой электродинамики на малых расстояниях.

Эти эксперименты продемонстрировали реальность работы встречных пучков. В дальнейшем основная активность на установках со встречными пучками переключилась на электрон-позитронные коллайдеры. В

нашем институте решение о строительстве установки со встречными электрон-позитронными пучками ВЭПП-2 было принято в 1959 году, когда еще шло строительство накопителя ВЭП-1.

Интересно вспомнить здесь, что первое столкновение электронов с позитронами на установке со встречными пучками было зарегистрировано итальянскими физиками в 1964 году во Фраскати. Это была модельная установка Ada, в которой не было системы впускных магнитов, накопленные токи электронов и позитронов были маленькие, факт столкновения пучков можно было зарегистрировать с помощью событий однократного тормозного излучения. На этой установке итальянские физики экспериментально обнаружили эффект рассеяния электронов внутри одного сгустка — эффект Тушека или Ada-эффект.

В Новосибирске на коллайдере ВЭПП-2 первый пучок получили в 1965 году. В 1967 году впервые на установках со встречными пучками был проведен эксперимент по исследованию ромезона. В 1968 году во Франции в лаборатории Орсе вступил в строй электрон-позитронный коллайдер на область энергии фи-мезона. В 1969 году в Новосибирске на установке ВЭПП-2 был проведен эксперимент по исследованию фи-мезона. Интересно отметить, что в этом эксперименте был открыт процесс двухфотонного рождения электрон-позитронных пар.

В 1970 году на установке ВЭПП-2 была поднята энергия до 0,67 ГэВ в пучке, а итальянские физики на вновь вступившем коллайдере ADONE подняли энергию до 1 ГэВ в пучке. Одновремен-



*Г. Спиридонов, А. Онучин и П. Оддоне. 1977 г.  
Фото В. Баева.*

но итальянские и новосибирские физики обнаружили процессы множественного рождения адронов с большими сечениями. Надо отметить, что эти результаты оказались неожиданными. Перед началом экспериментов было мнение, что в области энергии за фи-мезонным резонансом можно изучать только электродинамические процессы, адронные процессы будут иметь очень маленькие сечения.

С этого времени резко увеличился интерес к коллайдерам на более высокие энергии. В 1972 году в SLACe вступил в строй коллайдер SPER на энергию 4 ГэВ в пучке. В 1973 году в Гамбурге построена установка DORIS примерно на эту же энергию.

В нашем институте было принято решение двигаться в двух направлениях: создать установку ВЭПП-2М на ту же энергию, что и ВЭПП-2, но со светимостью в сто раз большей, чем на коллайдере ВЭПП-2, и развернуть работы на установке ВЭПП-4 на энергию до 7 ГэВ в пучке.

1974 год был знаменательным для физики элементарных частиц. Тогда одновременно на протонном ускорителе в Брукхейвене и на коллайдере SPER были открыты с-кварки. В 1975 году также на коллайдере SPER был открыт тау-лептон. За



эти открытия руководители работ получили Нобелевские премии.

Вскоре началась разработка коллайдеров PEP в SLACe и PETRA в ДЕЗИ на энергию 15 ГэВ в пучке.

В 1974 году начались эксперименты на накопителе ВЭПП-2М в Новосибирске.

В начале 1977 года в физике элементарных частиц произошло еще одно крупное событие — был открыт  $b$ -кварк. В лаборатории Ферми в США на протонном ускорителе обнаружили ипсилон-мезоны, состоящие из  $b$ -кварков. Для исследования свойств  $b$ -кварка нужно было проводить эксперименты на позитрон-электронных коллайдерах в области энергий 5 ГэВ в пучке. В Корнелльском университете в США срочно стали сооружать коллайдер CESR. В Гамбурге началась модернизация накопителя DORIS. В Новосибирске на ВЭПП-4 был получен пучок электронов.

Так выглядела картина работ на встречах пучках перед началом первой международной конференции по методике экспериментов на встречных пучках.

### Работа конференции

На конференцию прибыла большая по тем временам группа американских физиков — 15 человек во главе с Пановским. В работе принимали участие физики из Германии, Франции, Италии и ведущих центров бывших республик Советского Союза. Конференция проходила в малом зале Дома ученых.

К сожалению, среди участников не было Андрея Михайловича. Всего 2 месяца он не дождал до ее открытия, хотя подготовка к конференции велась под его началом. Фи-

зики почтили память Будкера.

Для докладов оргкомитет отобрал небольшое количество оригинальных работ, что дало возможность провести их подробное обсуждение. Это были работы американских лабораторий, Института ядерной физики и европейских центров. Дискуссии проходили активно, продолжались во время обеда и затягивались до ночи.

Интересно вспомнить «издание»



*В. Байер, Б. Гиттельман, В. Пановский, Э. Коллеман, В. Сидоров. 1977 г. Фото В. Петрова.*

тудов конференции. В то время в ИЯФе не было ксерокса. Была копировальная машина, причем качество копирования было невысоким. Мы попросили гостей привезти с собой энное количество копий своих докладов. Оргкомитет сделал красивые зеленые папки, на которых было тиснение с названием нашей конференции. Когда прибывали участники, мы брали у них труды и раскладывали по папкам. Для тех, кто привез мало экземпляров или всего один, мы делали копии на нашей машине. В первый день конференции каждый участник получил труды конференции.

Активно работали фотографы конференции Валентин Баев и Валерий Петров. Каждый день на специальном стенде ДУ вывешивались фотографии, сделанные в предыду-

щий день, и каждый участник, уезжая, получил коллекцию фотографий. Наши коллеги побывали в лабораториях ИЯФа, познакомились с проводимыми там исследованиями. Мы организовали поездку на пароходе на базу отдыха Разлив. Гостей ждал ресторан под открытым небом и сбор грибов, некоторые из них собирали грибы впервые в жизни.

Во время работы конференции активно обсуждались работы, связанные с открытием ипсилон-мезонов. В частности, родилась идея поставить американский детектор DELCA на накопитель ВЭПП-4. Дело в том, что в это время еще шло строительство нашего детектора МД-1, а американский был в рабочем состоянии. Обсуждался такой вариант: поставить детектор МД-1 в 13-м корпусе, а детектор DELCA — в 15-м. После окончания конференции американские коллеги прислали чертежи детектора. Женя Кушниренко занимался вопросами организации возможной работы DELCA на накопителе

ВЭПП-4. Коллайдер ВЭПП-4 в это время находился в трудном положении, поскольку необходимо было создать источник позитронов. Светимость получили в конце 1979 года. Вариант постановки детектора DELCA не был реализован.

Гости остались довольны организацией конференции. В наш адрес было сказано много слов благодарности. Было принято решение проводить такие конференции поочередно в Новосибирске и Сан-Франциско.

Дружба, которая завязалась между физиками на первой конференции, оказалась долговременной и весьма плодотворной.



*Г. Тумайкин*

## «Год, который навсегда остался в памяти»

Есть в нашей жизни годы, которые навсегда остаются в памяти. Таким был 1977 год. В первую очередь это связано с получением электронного пучка на нашей крупнейшей установке ВЭПП-4. Запуск прошел успешно, и дальше стоял вопрос, когда будут два пучка и начнется эксперимент. В это время в экспериментах на протонном пучке были получены данные, указывающие на наличие ипсилон-мезонов. Важно было начать их изучение на встречных электрон-позитронных пучках. К этому начали готовиться ИЯФ, ДЕЗИ и КОРНЕЛЛ. Тогда мы надеялись быть в числе первых. И основания для этого были. Следует вспомнить, что рейтинг нашего института в это время был необычайно высок. Начались регулярные эксперименты на ВЭПП-2М, имевшем в своем диапазоне энергий рекордную светимость. Получили международное признание метод прецизионной калибровки и вся поляризационная деятельность. Широкий резонанс у научной обще-

ственности вызвали успехи в экспериментальном изучении электронного охлаждения, предложенного А.М. Будкером. В июле того года в Протвино состоялась X Международная конференция по ускорителям заряженных частиц, где работы ИЯФа вызвали самый большой интерес. Я тогда рассказывал о ВЭПП-2М. Недавно, перелистывая труды конференции, увидел много наших интересных работ и по динамике пучков.

Незадолго до конференции произошло еще одно значимое событие — институт посетил президент Академии

наук СССР академик А.П. Александров. Визит прошел успешно. Хорошо помню, как мне пришлось поддерживать этого пожилого человека, когда он поднимался на подставку, чтобы увидеть яркий пучок синхротронного излучения. Как всегда, это красивое явление произвело сильное впечатление на высокое начальство. Даже сам Андрей Ми-



*Б. Гиттельман, А. Скринский.*

*1977 г. Фото В. Баева.*

хайлович не упускал случая лишний раз взглянуть на этот загадочный свет. Следует отметить, что в это время уже начались эксперименты по его использованию.

Омрачающими моментами этого года были внезапная кончина 4 июля А.М. Будкера, а в конце года другого организатора ИЯФ А.А. Нежевенко.

Такая обстановка была 25 лет назад перед первым симпозиумом по методике экспериментов на встречных пучках. У физиков-детекторщиков была мощная поддержка успехами физиков-ускорительщиков.



*В. Пановский, Н. Диканский, В. Сидоров, К. Хойи, Ю. Шатунов.*

*1977 г. Фото В. Петрова.*



*Г. Кулипанов*

## «У нас была молодая команда»

Это была первая конференция по аппаратуре для экспериментов на встречных пучках. Я тогда работал на ВЭПП-3. У нас была молодая команда: Н. Мезенцев, М. Шеромов, Н. Винокуров, В. Пиндюрин, Е. Переведенцев, В. Корчуганов. Незадолго до этого в 1974 году были открыты пси-мезоны, и встала задача точ-

коволновой области излучения экспоненциально падает. Если измерять соотношение на двух длинах волн и знать магнитное поле, которое измеряют с помощью ядерного магнитного резонанса, можно измерять энергию частиц. Проводить абсолютное измерение на двух

длинах волн сложно, поэтому измерялось на одной длине волны, но при двух немного отличающихся энергиях, а радиус оставался прежним. Было потрачено много сил, чтобы этот метод заработал. Нам удалось получить точность  $2 \times 10^{-4}$ .

Был еще один метод, предло-



*В. Сидоров, Дж.В. Кронин. 1977 г.*

*Фото В. Петрова.*

ного определения энергии частиц (поскольку они были очень узкие). Энергия должна быть определена с точностью не менее чем  $10^{-3}$ . Для этого магнитных измерений было явно недостаточно. В то время был известен метод резонансной деполяризации, который использовался на ВЭПП-2, но он требовал поляризованных пучков. Мы думали о других методах, которые бы не требовали поляризованных пучков. Было предложено два метода, связанные с использованием особых свойств синхротронного излучения. Один был связан с тем, что спектр корот-

женный нами (работа Жени Салдина). Он основан на том, что в интенсивности синхротронного излучения есть добавка, связанная с магнитодипольным излучением. Это слабый эффект для ВЭПП-3, поскольку он сильно зависит от энергии. Тогда мы не смогли его заметить. Но впослед-



*Г. Кулипанов. 1977 г.*

*Фото В. Петрова.*

ствии на ВЭПП-4 усилиями Е. Салдина и А. Бондаря задача была решена. В докладе, который я представлял в 1977 г. на конференции, были впервые представлены эти два метода точного измерения энергии, связанные с особенностями спектра синхротронного излучения. Позже первый метод стал рабочим во многих зарубежных центрах. Второй метод красивый и элегантный, но сложный, не используется до сих пор, хотя на больших энергиях (больше сотни ГэВ) его можно будет использовать.



*Ю. Тихонов. 1977 г. Фото В. Петрова.*



*С. Середняков*

## «Отношения сотрудничества сохранились на последующие годы»

Я помню, что когда в 1976-1977 гг. обсуждалась тематика первой конференции ИЯФ-SLAC, А.М.Будкер в качестве варианта предлагал сделать темой «Программу физических экспериментов на ВЭПП-2М и других коллайдерах ИЯФ». Но в дальнейшем был сделан выбор в пользу детекторной методики. Справедливости ради надо сказать, что предложение А.М. Будкера было реализовано спустя более чем двадцать лет: в 1999 году в ИЯФе состоялась конференция по физической программе в области энергии от  $\Phi(1020)$  до  $\tau/\psi(3100)$  и ее результатом стало принятие проекта ВЭПП-2000.

На первую конференцию в 1977 году к нам приехали около 15 американских физиков, преимущественно из SLACa. В ИЯФе были в то время В. Пановский (директор SLAC), Д. Хитлин, В. Вернон, К. Хойш, Д. Кронин, Д. Киркби. Возникшие в это время на уровне рядовых физиков отношения сотрудничества сохранились в течение последующих десятилетий.

Вторая конференция SLAC-Новосибирск была намечена на 1980 год, однако в связи с вводом наших войск в Афганистан, что вызвало серьезное ухудшение отношений между нашими странами, она состоялась лишь в 1982 году. Власти США в то время запретили самолетам Аэрофлота летать в их

страну, поэтому делегация ИЯФа совершила длинный перелет: Москва-Шеннон-Гавана-Мехико-Сан-Франциско. Кроме SLACa несколько наших физиков посетили лабораторию



*С. Середняков, Ю. Тихонов, В. Вернон.*

*1984 г. Новосибирск.*

Корнелл, где я сделал доклад о проекте детектора НД. Подобный детектор CUSB в то время сооружался в Корнелле, поэтому наш проект вызвал интерес у американских коллег.



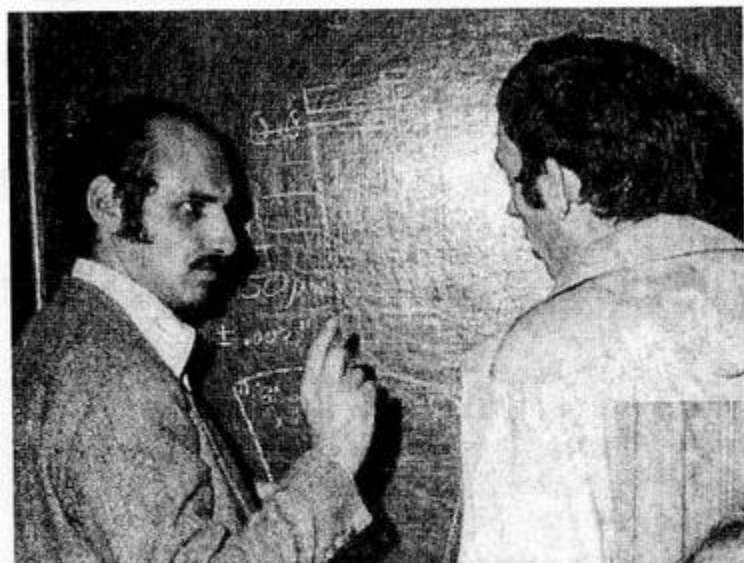
*С. Середняков, Г. Федотович, А. Чилингаров. 1982 г. SLAC.*

IV конференция в SLACe в 1987 году запомнилась по нескольким причинам. На этой конференции я сделал доклад о плоских вакуумных фотодиодах для калориметров. Эти приборы мы делали совместно с заводом ЭКРАН в г.Новосибирске. Нужно сказать, что к тому времени конференция практически перестала быть SLAC-Новосибирск, и приобрела более солидный статус серийной Международной конференции по передовым детекторным технологиям для коллайдерных экспериментов. После конференции мне предложили

сделать семинар в SLACe о физических результатах с ВЭПП-2М. Было много вопросов. Потом в течение некоторого времени у меня была переписка со SLACом, где обсуждалось использование результатов ВЭПП-2М для объяснения распадных спектров  $\tau$ -лептона. В этот же визит трое из новосибирцев (В. Тельнов, Ю. Тихонов и С. Середняков) посетили лабораторию Ферми в Чикаго, где в то время завершалось сооружение детекторов CDF и DO для экспериментов на коллайдере Tevatron. В заключение можно сказать, что во многом благодаря серии конференций в нашем институте сейчас работают три современных детектора (КЕДР, КМД, СНД), в которых используется практически полный спектр современных детекторных методик - калориметрия, трековые детекторы, системы идентификаций, электроника, триггер, системы считывания данных.

тор (КЕДР, КМД, СНД), в которых используется практически полный спектр современных детекторных методик - калориметрия, трековые детекторы, системы идентификаций, электроника, триггер, системы считывания данных.





Д. Хитлин, Б. Хазин. 1977 г.

Фото В. Петрова.

**Профессор В. Бартель (Лаборатория ДЕЗИ, Гамбург):** «...Смерть профессора Будкера, который был одним из инициаторов этой конференции, воспринята всеми нами с глубоким огорчением. Но чувствуется, что его энтузиазм и идеи в области  $e^+e^-$  встречных пучков живы в Новосибирском Институте ядерной физики. Организаторы конференции составили программу, в которой хорошо было распределено время между информационными докладами и дискуссиями... Отличительной чертой этой встречи явилось то, что любые, самые маленькие, но важные детали экспериментальных методик подвергались обсуждению. Все были готовы к тому, чтобы поговорить откровенно не только о своих успехах, но и о неудачах или о менее успешных попытках решения экспериментальных задач. Мы узнали также много нового о преимуществах и недостатках различных экспериментальных методов. Чрезвычайно интенсивный обмен идеями сделал эту встречу очень успешной. Именно такие конференции дают первый толчок к сотрудничеству. Когда мы приехали, то встретили людей с труднопроизносимыми именами, уезжая же, прощались с друзьями, с которыми хотели бы встретиться вновь».

## Отзывы зарубежных участников первой конференции

(из архивов газеты «За науку в Сибири», 29 сентября 1977 г.)



Л. Барков, Э. Коллеман. 1977 г.

Фото В. Петрова.

**Профессор Б. Каризерс, лаборатория имени Лоуренса, Беркли:** «...ИЯФ широко известен своими разработками в области аппаратуры и методик в физике высоких энергий... Было очевидно, что это действительно «конференция для работающих»... Здорово получилось!»



А. Хабахнашев, В. Байер. 1977 г.

Фото В. Петрова.

**Профессор Э. Коллеман, Университет Миннесота:** «...Совещание по электрон-позитронным встречным пучкам, состоявшееся в Новосибирске, следует считать замечательным по глубине проникновения в детали современного физического эксперимента. Это удачное совещание является серьезным свидетельством взаимной выгоды международного сотрудничества».

**Профессор Б. Гиттельман, Корнельский университет:** «...В совещании приняли участие представители всех лабораторий, занимающихся физикой на позитрон-электронных накопителях... Участники получили интересную информацию о нынешней программе экспериментов на ВЭПП-2М, о планах на ВЭПП-4, о новых идеях по получению и управлению поляризацией. Наши сибирские хозяева всегда ищут решения очевидно непреодолимых технических проблем... Среди приятных аспектов конференции — большое количество перерывов, во время которых детально обсуждались представленные доклады. Все мы остались довольны, вдохновились работой физиков ИЯФа и желаем им счастья в следующем году».

## Поздравляем!

Ученая степень доктора физико-математических наук присуждена

**Владимиру Николаевичу Корчуганову, сектор 8-13.**

Ученая степень кандидата технических наук присуждена

**Константину Ивановичу Меклеру, лаб.10.**

*А. Иванов*

## **ГДЛ: день сегодняшний**

*Из выступления на научной сессии ИЯФ*

Физический пуск установки ГДЛ состоялся в 1986 году. С тех пор она многократно обновлялась и перестраивалась. Последний этап модернизации прошел пять-шесть лет назад, когда параметры системы инъекции были существенно улучшены. Напомню, что фактически установка ГДЛ представляет из себя плазмо-физическую модель нейтронного источника, который может применяться для разных целей, прежде всего для испытания материалов будущих реакторов термоядерного синтеза. Она представляет собой длинную открытую аксиально-симметричную магнитную ловушку, поле в которой создается набором круглых катушек. Магнитное поле в центре установки около 2 кГс, в пробках – до 150 кГс. Плазма в центральной части ловушки создается с помощью инъекции плазменной струи с торца через магнитную пробку. После того, как плотность плазмы достигает нужного значения, производится инъекция в плазму под углом  $45^\circ$  к оси шести атомарных пучков суммарной мощностью до 4 МВт в импуль-

се 1 миллисекунда. В результате захвата инжектируемых пучков в ловушке возникают быстрые ионы со средней энергией 10-15КэВ, которые тормозятся в мишенной плазме и нагревают ее до температуры  $\sim 100$ эВ. Плотность быстрых анизотропных ионов имеет резкие максимумы вблизи точек останова в сильном магнитном поле. Предполагается, что именно в этих областях будущего нейтронного источника будут генерироваться нейтронные потоки в результате столкновения быстрых дейтонов и тритонов. В ГДЛ инжекторы нейтральных пучков расположены с разных сторон установки двумя группами по три. Каждый инжектор включает в себя ионный источник, систему откачки и газовую ячейку, в которой происходит нейтрализация ускоренного ионного пучка. Предполагалось, что мы очень быстро сделаем основные эксперименты, чтобы понять некоторые принципиальные вопросы по физике удержания плазмы в ГДЛ. Затем сразу предполагалось строить большую установку — водородный прототип, на которой

будем изучать плазму с параметрами, близкими к тем, которые ожидаются в нейтронном источнике. К сожалению, по разным причинам осуществить эти планы не удалось. Но нам повезло с физикой: оказалось, что плазма удерживается в ГДЛ достаточно хорошо. В результате, достигнуты достаточно хорошие абсолютные параметры плазмы и сейчас дальнейший их рост ограничивается лишь техническими возможностями установки. Мы считаем, что при их увеличении можно продвинуться существенно дальше к параметрам нейтронного источника. Предлагаемая модернизация установки ГДЛ по существу предполагает решение двух основных задач. Первая состоит в увеличении температуры мишенной плазмы до  $\sim 300$  эВ. Это очень важная задача для всего направления стационарно работающих открытых ловушек, поскольку в них до сих пор максимальная температура была ниже. Долгое время считалось — и считается — что это предел для таких типов систем. Очень важно экспериментально продемонстрировать,



что существует возможность преодолеть это ограничение. Во-вторых, если мы сможем достигнуть такой температуры, то это будет соответствовать условиям нейтронного генератора с заметным потоком нейтронов. То есть, если заменить пучки на тритий-дейтериевые, то мы сможем получить поток нейтронов в зоне испытаний (где располагаются пики плотности быстрых ионов) масштаба до 300 кВт на метр кв. В этих условиях с физической точки зрения важно продемонстрировать устойчивое удержание плазмы при бета (отношение давления плазмы к давлению магнитного поля) до 40%, что соответствует условиям нейтронного источника. В данный момент этот параметр примерно вдвое ниже. Кроме того, появляется возможность увеличить плотность быстрых ионов, что будет близко к плотности мишенной плазмы. Это обеспечит лучшее приближение к параметрам нейтронного источника. Мы также сможем исследовать пороги мод неустойчивости, которые возникают при высоких бета. Если мы получим плотность быстрых ионов, сравнимую с плотностью мишенной плазмы, то получим возможность изучения пиков потенциала, которые возникают в точках, где плотность ионов достигает максимума. Этот вопрос тоже является очень важным для будущего нейтронного генератора.

До сих пор у нас в экспериментах на ГДЛ невозможно было получить стационарные параметры, в частности, мы не могли поддерживать постоянную плотность плазмы в течение импульса инжекции. Эту проблему также предполагается решить в ходе модернизации установки. Сделать это в буквальном смысле можно, разумеется, только в стационарно работающей установке. Наша цель, по существу, сводится к поддержанию параметров плазмы в течение нескольких физических характерных времен (время истечения плазмы через пробки, время обмена энергией между частицами плазмы и т.д.)

Мы предлагаем сделать модер-

низацию ГДЛ, которая состоит из двух частей. Первая часть — самая главная — увеличить мощность инжекции с 4 МВт до 8-10 МВт, а длину импульса инжекции с 1 миллисекунды до 3-5 миллисекунд. Автоматически увеличение мощности инжекции означает рост энергии инжекции, а это требует увеличения магнитного поля установки, которое сейчас довольно слабое. В таком слабом поле ларморовские радиусы захваченных быстрых ионов сравнимы с радиусом мишенной плазмы, что не соответствует условиям в нейтронном источнике. Расчеты показывают, что при увеличении параметров инжекторов мы можем получить температуру до 300 эВ и более, ионная температура мишенной плазмы при этом будет порядка 200 эВ. Энергия быстрых ионов будет близка к энергии инжекции ~ 20-25 кВ, что, кстати, будет своего рода рекордом для систем такого типа.

Сравнение абсолютных параметров плазмы, которую мы собираемся получить: электронная температура будет 300 эВ, сейчас максимум 120 эВ, плотность мишенной плазмы останется прежней, плотность быстрых ионов должна вырасти существенно — почти в 5 раз. Бета плазмы вырастет, как уже говорилось, примерно вдвое и будет порядка 40-46%. Кстати, время торможения быстрых ионов на мишенной плазме должно вырасти в несколько раз по сравнению с тем, что мы сейчас имеем. Что означает увеличение мощности инжекции в ГДЛ? Это означает замену ионных источников ГДЛ на абсолютно другие.

За прошлый год мы сделали и испытали прототип такого нового ионного источника. Сеточная система сделана из 4 молибденовых сеток, сферически выгнутых для фокусировки пучка, чего сейчас мы не имеем. Угловая расходимость тоже в несколько раз лучше, чем сейчас. Основное требование к этому ионному источнику то, что он должен надежно работать. Мы используем шесть таких источников, и пробой во время рабочего цикла в одном из них ведет к потере плазмы: она выб-

расывается на стенку вакуумной камеры. В данный момент мы внесли в конструкцию ряд изменений, которые увеличат надежность инжектора. В прошлом году мы занимались усовершенствованием этого ионного источника, в ближайшее время мы уже что-то сможем отдать в цех.

Оценка затрат на усовершенствование ГДЛ с прошлого года практически не изменилась, а может быть даже чуть-чуть уменьшились. Первый этап модернизации — это увеличение магнитного поля, которое тоже планируем сделать в два этапа. Сначала нужно увеличить емкость существующей батареи. Этот этап нами выполнен. Заказ в производстве был небольшой, но очень много усилий было вложено нашими механиками и лаборантами. При этом магнитное поле было увеличено до 3 килогаусс, хотя нужно 3,5кЭ. Но для этого нужна дополнительная батарея, для которой необходимо отдельное помещение. Это вопрос достаточно сложный, так что пока сооружение новой батареи отложено. Мы считаем, что трех килогаусс хватит, чтобы провести начальные эксперименты. Более дорогой и сложной является модернизация системы атомарной инжекции. Здесь были сделаны достаточно большие вложения для покупки комплектующих для системы питания — 0,5 млн руб. Сейчас сдано несколько заказов по системе инжекции. Пока объем сданных заказов невелик — всего 3000 нормо-часов. В ближайшее время будет сдано дополнительно заказов на 20-25 тысяч часов. К сожалению, пока работа по источникам питания для модернизированных инжекторов ведется не так быстро, как нам хотелось бы. Мы рассчитываем, что через два-три месяца проект источника питания будет готов.

*В. Анашин*

## **«Мы должны обеспечить потребности в производстве приоритетных научных работ института»**

*Из выступления на научной сессии ИЯФ*

Прошлый год был для нас очень напряженным, насыщенным делами. Было много успехов, но были и досадные срывы. Но я хочу отметить два события прошедшего года. Во-первых, мы закончили большой контракт с ЦЕРН по изготовлению магнито-вакуумной системы каналов ЛНС, и поставили в середине года последние магниты. Суммарно более 4000 тонн «высококвалифицированного железа» отправлено на машинах в ЦЕРН. Этот контракт примечателен тем, что был в институте первым таким объемным. Если вспомнить 1996 год, когда мы начинали эту работу, состояние института было «полуобморочным». Многим казалось, что этот контракт полностью разрушит ИЯФ. Как показало время, этого не произошло.

Второй большой контракт тоже связан с ЦЕРНом — это производство сверхпроводящих шин. Под него мы организовали участок в Восьмом корпусе на Левом берегу. В 2000 году мы начинали только осваивать помещение площадью 12 тысяч квадратных метров, а сейчас там работают и согласно плану производят 6 сверхпроводящих шин в день. Объем этого контракта в два раза больше предыдущего (стоимость первого — 26 миллионов швейцарских франков, второго — 32, плюс к этому на 25

миллионов швейцарских франков CERN поставляет нам материалы). Наше мировоззрение за эти годы значительно изменилось.

ЭП сегодня — это более 70 тысяч кв.м производственных площадей, расположенных на основной площадке (в Чемах) и на Восьмой площадке, с общим числом работающих более 700 человек. Сегодня по объему работ видно, что производство нам необходимо увеличивать.

На конец 2001 года в ЭП-1 у нас было 342 рабочих и 118 ИТР. Если исходить из количества станочного оборудования, то мы можем расширить ЭП-1 процентов на 30%, приняв человек 20-30 станочников, при этом считая, что с рабочими других специальностей проблема более простая. Это приоритетная задача 2002 года.

В последние годы увеличился приток молодых специалистов: трое выпускников институтов пришли в ЭП-1 в 2000 году и десять человек в 2001 году. Кроме этого у нас работает 16 практикантов ПТУ. Это не может нас не радовать. На основной площадке института мы увеличили число станочников на 11 человек, но тут ограничивают производственные площади. Придется расширяться за счет Восьмого

корпуса. Суммарно рабочих здесь 30 человек, но мы хотим довести количество работающих до 50 человек.

Наше производство непрерывно «молодеет». По ЭП-1: возраст ИТР снизился с 47,5 лет в 1999 году до 44,3, рабочих — с 50,35 до 47,7 лет. По ЭП-2: в 2001 году средний возраст ИТР — 45 лет, рабочих — 53 года.

Теперь о станочном оборудовании. Основное поступление оборудования было более 20 лет назад; станки практически выработали свой ресурс, нужно принимать экстренные меры по обновлению парка станков. К сожалению, сейчас это очень дорого, и институту не по силам профинансировать массовую покупку оборудования. Но мы принимаем максимально возможные меры в этом направлении. В 2000 году была запущена полуметровая карусель и два фрезерных станка «Декель», которые пришли по немецкому кредиту. В 2001 году было куплено 3 фрезерных отечественных станка. Еще не успели запустить уникальный станок с ЧПУ (минский), но в первом квартале 2002 года он уже будет выпускать продукцию. В 2002 году мы планируем запустить плоскошлифовальный станок, сейчас он в стадии запуска. Закуплены и скоро должны прийти в институт 5



швейцарских фрезерных станков «МИКРОН». Минимальный наш запрос по финансам — купить два фрезерных станка и установить их в восьмом корпусе. Для этого нужно 600-700 тысяч рублей.

В последние годы мы наращиваем объем выполняемых работ (в 2001 году отработали рекордное за все годы количество нормо-часов — 1213 тысяч), однако претензий со стороны лабораторий оказалось много. Экспресс-участок выполнил задание по квотам на 103%. Причем 30% всех заказов экспресс выполняет за один день, 56% — в течение пяти дней, 20% — в течение недели-двух и более 10% — до полутора месяцев. В ЭП-1 плановые задания перекрыты почти в два раза, но напряжение в отношениях с лабораториями сохраняется. Это можно объяснить несколькими причинами. Во-первых, наблюдается резкий рост контрактных заказов. Из всех нормо-часов (более 800 тыс.) на внутренние нужды мы затратили всего 165 тысяч, этого очень мало. Во-вторых, «корзина» заказов ЭП-1 у нас очень большая, особенно в последний год. У нас появились крупные серийные заказы, и мы сейчас выходим на следующий год уже с объемом работ в 620 тысяч нормо-часов, а если взять все площадки вместе, то мы имеем на будущий год 700 тысяч на контрактные заказы. Но, на мой взгляд, единственно верный путь в этой ситуации — брать как можно больше контрактов и развивать наше производство.

Есть еще один сложный вопрос — кооперация. Ее можно разделить на три части. Первая, это покупка материалов, этим занимается снабжение — 14 млн

руб. Вторая часть — это то, что мы не умеем делать на современном уровне, например штамповка — 11 млн. И третья — у нас есть техническая возможность выполнить какую-то работу, но из-за перегруженности мы отдаем ее: примерно на 9 млн рублей продукции производится на стороне. Стоимость одного нормо-часа от 140 рублей до 60 в зависимости от заказа. Учитывая, что металл наш, заготовки наши и спецтехнологии наши, то такой вид кооперации, мне кажется, дорогим удовольствием для института. Но если будет необходимо, этот пункт мы можем в 2002 году удвоить. Правда, это чревато, на мой взгляд, неприятными последствиями. Сдавая заказы на сторону, мы можем совершенно изменить структуру производства, появятся другие приоритеты и интересы. Я считаю, что кооперация — это крайний случай. И она не должна занимать более 10% общего объема.

Если говорить о наших возможностях в 2002 году, то экспресс-участок имеет 120 тыс. нормо-часов. Нужно распределить эти часы строго по квотам лабораторий, и каждая может тратить свои часы как захочет. Наша задача — выполнить эти 120 тысяч и все квоты лабораторий без исключения. По радиомастерской — 90 тысяч нормо-часов, по механическому мастерским ЭП-2 — 160 тысяч, по ЭП-1 — 750 тысяч нормо-часов. На этом фоне мы должны гарантированно обеспечить потребности в производстве приоритетных научных работ института — это масштаб 200 тысяч нормо-часов.

8 февраля в рамках празднования Дня науки в нашем институте прошел «День открытых дверей». Желающих посетить ИЯФ было так много, что их количество пришлось ограничить. Приоритет был отдан учащимся: школьникам, ученикам физико-математической школы, студентам. В этот день у нас побывали 193 человека — учащиеся физико-математической школы, школ NN 130, 163, 119, 204, ВСШ-35, Право-

*Л. Константинова*

### *День открытых дверей*

славной гимназии и др. Эта цифра близка к годовому количеству экскурсантов во время каникул по заявкам учебных заведений. К сожалению, из-за публикации несогласованного с институтом объявления огромному количеству желающих посетить ИЯФ в этот день пришлось отказать. Проведение этого мероприятия было поручено Совету молодых ученых (председатель кандидат физико-математических наук Константин Лотов). Молодые ученые блестяще справились с этой задачей. Экскурсии были организованы в три потока. Для каждого из них сначала проводилась получасовая вводная лекция — презентация компьютерной программы, которую подготовил к этому дню член Совета молодых ученых Федор Подгорный. После этого поток делился на три группы, которые в сопровождении наших молодых ученых-экскурсоводов знакомились с уникальными комплексами института: ГОЛ-3, ВЭПП-5 и другими.

Интерес к посещению ИЯФа оказался настолько превосходящим наши возможности показать в течение дня такой огромный институт, что и в будущем Совет молодых ученых предполагает проводить подобные экскурсии для выпускных классов школ, учителей физики и др.

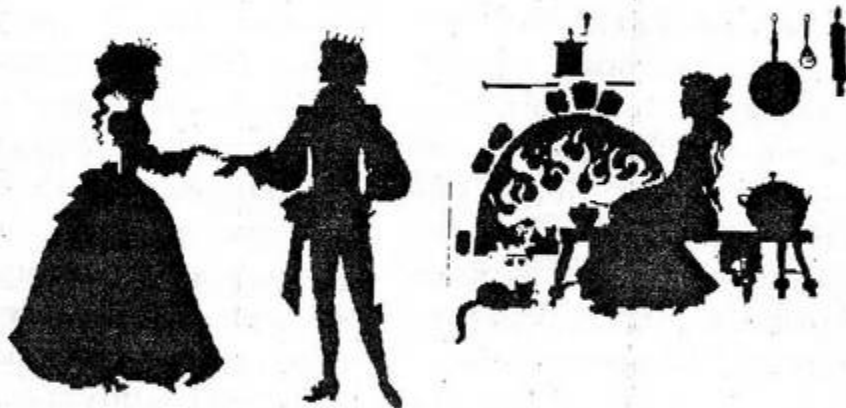


# С первым весенним праздником всех!



## «Давайте говорить друг другу комплименты...»

Не кварком единым, даже если он и прелестный, жив ИЯФ. В канун 8 марта самое время вспомнить и о том, что в нашем институте примерно треть работающих составляют женщины. Помимо многочисленных служебных обязанностей и еще более обширных домашних забот, многие из них все-таки находят время и возможности, чтобы раскрыть свои таланты, реализуя их в творчестве. Встречи в дамском клубе снова и снова подтверждают: рядом с талантливыми мужчинами в ИЯФе — талантливые женщины. Их прекрасные работы в фитодизайне, пэчворке, искусстве моделирования и шитья одежды, вязания — все не перечислить — достойны быть показанными на выставочных стендах. А Ольга Кононова, например, занимается графикой. У нее были персональные выставки в С-Петербурге, Красноярске, Минусинске и Абакане. Очередная приурочена к VIII международной конференции по методике экспериментов на встречах пучках, которая сейчас работает в ИЯФе. Еще Ольга профессиональный музыкант: она закончила Красноярский государственный институт искусств по классу фортепиано, сочиняет песни и прекрасно исполняет их под собственный аккомпанемент на гитаре. Чем и порадовала на одной из встреч участниц клуба.



Графика О. Кононовой

Адрес редакции:  
630090, Новосибирск  
пр.ак.Лаврентьева,11,к.423  
Редактор И.В. Онучина

Газета издается  
ученым советом  
и профкомом ИЯФ СО РАН  
Печать офсетная. Заказ № 13

«Энергия-Импульс»  
выходит один раз  
в три недели.  
Тираж 500 экз. Бесплатно.