

# ЭНЕРГИЯ



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

№ 13  
сентябрь  
1998г.

# — новости

— Открытые ловушки были одним из направлений исследований, которое в нашем институте поддерживалось с момента его основания.

Это связано с тем обстоятельством, что в далеком 1953 году, еще до организации института, наш первый директор Андрей Михайлович Будкер предложил идею удержания плазмы в открытой системе. Как оказалось, одновременно точно такое же предложение было сделано в США в Ливерморе профессором Р. Постом. Об этом стало известно в 1957 году во время Международной конференции в Женеве. С тех пор открытая магнитная ловушка стала называться ловушкой Будкера-Поста. А уже в 1958-1959 году начались первые в мире эксперименты, позволившие продемонстрировать эффективность удержания заряженных частиц в такой ловушке. Это был классический опыт С.Н. Родионова. За ним последовали тончайшие опыты Б.В. Чирикова. С тех пор в институте ведутся систематические исследования по удержанию и нагреву плазмы в открытых системах. К настоящему времени появились принципиально новые схемы открытых систем, и все они существуют в нашем институте: амбиполярная, многопробочная и газодинамическая.

Естественно, что именно Институт ядерной физики проявил инициативу по организации этих конференций. Первая такая конференция

состоялась в 1993 году, и вот пять лет спустя, опять же по нашей инициативе, была организована вторая Международная конференция. Если

году, а четвертая — в Южной Корее, в 2002 году. Пока намечено, что пятая конференция состоится снова в Новосибирске.

## II Международная конференция по открытым магнитным системам для удержания плазмы

*С 27 по 31 июля в нашем институте проходила Международная конференция по открытым магнитным системам для удержания плазмы. Наш корреспондент попросил рассказать о ней академика Эдуарда Павловича Круглякова, возглавлявшего оргкомитет конференции.*

на первой конференции были представители только трех стран, то сейчас — уже девяти: Японии, Кореи, США, Германии, Италии, Турции, Австрии, Украины и России. Сегодня ясно, что такая конференция действительно нужна международному плазменному сообществу. Договорились о том, что она становится регулярной. Следующая, третья, пройдет через два года в Японии, в 2000

Довольно символично, что конференция проходила в ИЯФе, и патриарх этого направления профессор Р. Пост из Ливермора присутствовал на ней и сделал первый доклад.

На нашей конференции Россия была представлена множеством лабораторий —

это были лаборатории Москвы, Троицка, Санкт-Петербурга, Нижнего Новгорода, Челябинска, Красноярска и Новосибирска. Всего было около 140 участников. По общему мнению всех участников конференция удалась и была очень хорошо организована.

Конференция продемонстрировала, что ловушки далеко продвинулись, за прошедшие пять лет здесь наблюдается значительный прогресс, прежде всего в преодолении общеизвестных недостатков открытых систем. Они состоят в следующем. Когда электроны покидают плазму и попадают на торцевую стенку, происходит «обмен» электронами: взамен ушедших энергичных в плазму поступают холодные электроны. Это резко снижает электронную температуру. Укоренилось даже мнение, что в открытых ловушках вообще невозможно получить высокую элект-

*Окончание. Начало на стр.1*

ронную температуру. На конференции было продемонстрировано две возможности подавления электронной теплопроводности. Первая состоит в том, что при достаточно большом отношении магнитного поля в пробке и на торцевой стенке холодные электроны со стенки не в состоянии попасть в плазму: они просто отражаются обратно. Вторым путем оказался весьма неожиданным. Как удалось экспериментально показать на установке ГОЛ-3 П, при прохождении продольного тока релятивистских электронов через плазму в ней развиваются мелкомасштабные неустойчивости, которые отнюдь не разбрасывают плазму, но сильно рассеивают электроны и подавляют классическую электронную теплопровод-

нительнее токамаков. Но если делать открытую ловушку осесимметричной, то в ней раскачиваются так называемые МГД-неустойчивости, и плазма как целое выбрасывается на стенки. Чтобы подавить эти неустойчивости, приходилось строить неосесимметричные магнитные конфигурации, что де-

## *II Международная конференция по открытым магнитным системам для удержания плазмы*

лало открытые ловушки сопоставимыми по сложности с токамаками. В этом состоит второй известный недостаток открытых ловушек. Но



*В зале заседаний*

ность на торец, причем подавляют ее не в разы, а в тысячи раз. В результате на этой установке получена рекордная электронная температура — несколько килоэлектронвольт! Тогда как до сих пор абсолютный рекорд электронной температуры составлял всего 280 электронвольт.

Если удастся создать открытую систему в осесимметричном исполнении, когда она предельно проста геометрически, она станет предпоч-

и здесь удалось экспериментально продемонстрировать, что в осесимметричной геометрии существуют пути преодоления неустойчивостей. Таким образом, и это возражение снято. Всё остальное — это дело техники, дело вложений. Существующие на сегодня параметры плазмы строго соответствуют расчетам. Для того, чтобы параметры возросли, необходимо увеличить энергозатраты в плазму: увеличить мощность инжекции нейтральных

атомов или мощность циклотронного резонансного нагрева, словом, любым способом увеличить мощность источников нагрева плазмы.

На конференции впервые было представлено еще одно направление — попытка использовать открытые системы для создания космических двигателей. Речь идет о том, чтобы создать долгодействующие двигатели для полетов к другим планетам.

На конференции присутствовал американский астронавт, который шесть раз побывал в космосе, Фрэнклин Чанг Диас, и рассказывал о таких перспективах. Кстати, он недавно побывал на орбитальной станции «Мир» в составе американской экспедиции

и сразу после этого приехал на нашу конференцию. У ИЯФа есть контакты с командой NASA, которая занимается этими проблемами. Посмотрим, что из этого получится. Не исключено, что будут выполняться какие-то поисковые работы в данном направлении. Некоторый опыт по использованию плазменных двигателей в космосе уже есть, правда, они имеют малую тягу — это маневровые двигатели. Но сейчас обсуждается возможность создания почти стационарных двигателей, которые могли бы работать месяцами, может быть даже годами — это будет зависеть от цели полета. Но это пока дело будущего.

Одно из направлений исследований, которые проводятся в нашем институте, связано с попыткой использования одного из типов открытых ловушек, а именно газодинамической ловушки (ГДЛ), для создания мощного генератора термоядерных нейтронов (14 МэВ). Это направление родилось здесь. Сегодня оно признано, многие лаборатории как в России, так и за рубежом проявляют к нему интерес. Мы решили воспользоваться тем, что сюда съедутся представители множества лабораторий, с которыми мы взаимодействуем, и устроить рабочее совещание по проблемам нейтронного ге-



Ф. Чанг Диас

нератора. Нам не удалось воспользоваться для этого паузами во время конференции, поэтому пришлось реализовать запасной вариант: провести рабочее совещание во время поездки на Телецкое озеро сразу по окончании конференции. В нем приняли участие представители бывшего Челябинска-70, ныне Снежинска (это один из знаменитых ядерно-физических центров), НИИ-ФА имени Ефремова, института, с которым мы тоже давно сотрудничаем по данной проблеме. Из зарубежных ученых в совещании приняли участие представители исследовательского центра Западной Германии (Карлсруэ) и такого же центра из Восточной Германии (Росендорф). Участвовал в совещании представитель Италии из лаборатории во Фраскати. Мы с пользой провели время — наметили план будущего взаимодействия по науке, и кроме того обсудили очень важные организационные вопросы. Для реализации программы нужны средства. В сегодняшней ситуации в нашей стране получить их достаточно сложно. Поэтому обсуждался вопрос международного сотрудничества в плане выполнения работ по нейтронному источнику, прежде всего, по водородному прототипу. Договорились, что мы бу-

дем обращаться в Брюссель, в Штаб-квартиру Европейского сообщества с тем, чтобы добыть средства для завершения работ по водородному прототипу. А нынешней осенью мы вернемся к проблеме нейтронного генератора и снова попытаемся обратиться в Брюссель при поддержке ряда европейских стран. На сегодня в этом источнике очень заинтересована Германия, большой интерес проявляют французы. С итальянцами ситуация менее понятна, но и там есть энтузиасты этого дела, правда, есть и противники — все дело в том, что Италия участвует в ускорительном проекте нейтронного источника. С инженерной точки зрения ускорительный проект нейтронного

источника достаточно хорошо проработан, есть силы, которые стремятся решить эту проблему финансово и приступить к строительству такого источника. Не могу сказать, что он совершенно бесполезен, но он не может решить все задачи, которые стоят перед термоядерным материаловедением.

Возвращаясь к нейтронному источнику на основе ГДЛ, можно отметить, что он является многоцелевым. Если он будет построен, то на его основе можно решить много полезных для человечества проблем. В частности, с его помощью решается проблема создания взрывобезопасных атомных электростанций. На пути к термояду сегодня, конечно, разумно использовать

возможности атомной энергетики. Но она пугает человечество, в то время как на основе нашего нейтронного генератора можно создать взрывобезопасную атомную электростанцию. При строительстве атомных электростанций возникают радиоактивные отходы, которые тоже представляют собой большую проблему. Расчеты челябинцев показывают, что если на стандартную атомную электростанцию с самого начала поставить нейтронный источник, то он будет «дожигать» радиоактивные отходы на месте с такой эффективностью, что отходы не будут накапливаться. Есть еще ряд важных приложений, в частности, терапия рака. Конечно, специально для этого никто строить источник не будет, это слишком дорого, но по крайней мере на работающем источнике можно будет сделать канал для облучения пациентов. Наконец, существует огромное количество фундаментальных проблем в физике твердого тела, радиационной биологии, радиационной химии, которые будут решаться с использованием мощных нейтронных источников.

Фото В.Крюкова



Р. Пост

**Поздравляем**  
**Бориса Валериановича Чирикова**  
**с награждением**  
**орденом «Знак Почёта»!**

— Синхротронное излучение сейчас используется в исследовательской деятельности настолько активно, что даже трудно сказать, где его не применяют. Химия, физика, материаловедение, биология, геология, гидрология, экология, археология — это далеко не полный перечень сфер применения возможностей синхротронного излучения. Всё более широко используется оно и для прикладных работ — это Liga-технология, рентгеновская литография, медицинские приложения. Многие до недавнего времени чисто исследовательские методы теперь фактически становятся прикладными. Так, при создании новых лекарств без рентгеноструктурного анализа на синхротронном излучении сейчас не обходится ни одна американская или европейская фармацевтическая фирма. Или, например, EXAFS-спектроскопия, применяемая при структурных исследованиях аморфных материалов, тоже одно из прикладных использований синхротронного излучения для Института катализа СО РАН при создании катализаторов.

Нынешняя конференция была в некотором роде юбилейной — 25 лет назад, как раз в июле 1973 года, был впервые выведен пучок рентгеновского синхротронного излучения из накопителя ВЭПП-3. А в конце 1973 года группой профессора М.А.Мокульского из Московского Института молекулярной биологии были проведены первые рентгеноструктурные эксперименты. В этих экспериментах исследовалась структура ДНК.

XII конференция была достаточно представительная — 220 участников. Из них примерно 80 человек из разных городов России: из Москвы, из подмосковных центров (Дубна, Пущино, Чер-

ноголовка), Санкт-Петербурга, Екатеринбурга, Челябинска, Арзамаса, Нижнего Новгорода, Ижевска, Томска, Иркутска. Мы всегда приглашаем на свои конференции иностранных участников для того, чтобы наши ученые могли сравнить уровень своих исследований

— Ияфовские физики участвуют в экспериментах на SPring-8?

— Три года назад мы подписали соглашение о сотрудничестве между ИЯФ и SPring-8. В качестве первого проекта, реализация которого началась, была выбрана генерация медленных позитронов с помощью синхротронного излучения.

Это наша десятилетней давности идея, которая заключается в следующем. Если поставить сверхпроводящий вигглер с полем (8-10) Тесла на накопитель с энергией 8 ГэВ, то получим генератор синхротронного излучения с энергией фотонов более 1МэВ. Эта часть спектра синхротронного излучения сейчас практически не используется, хотя здесь открываются очень интересные возможности, в частности — использование этих квантов для генерации позитронов и последующего их замедления. Оценки показали, что интенсивность позитронов, ко-

торую можно получить в этом случае, на порядки превышает интенсивность всех существующих сейчас источников медленных позитронов, хотя для них и используются линейные ускорители с энергией 100 - 200 МэВ и мощностью до 100 кВт. Кроме того, в нашем случае отсутствуют проблемы с наведенной активностью.

После детального обсуждения, которое состоялось три года назад с коллегами из SPring-8, был получен грант в рамках Международного центра науки и технологии (МНТЦ). За японские деньги мы делаем вигглер с магнитным полем 10 Тесла. Кроме нас в проекте участвует Российский ядерный центр Челябинск-70, который разрабатывает

**XII конференция по**  
**генерации**  
**и использованию**  
**синхротронного излучения**

*В июле этого года в нашем институте проходила XII конференция по генерации и использованию синхротронного излучения. Она стала продолжением серии Всесоюзных и Международных конференций, которые проводились в институте с 1975 года. Проходили они регулярно раз в два года, за исключением 1990 года, когда конференция состоялась в Москве, и 1992 года, когда по причине тяжелой экономической ситуации конференция вообще не проводилась.*

*О том, как проходила конференция в нынешнем году, наш корреспондент попросил рассказать председателя оргкомитета, члена-корреспондента РАН Геннадия Николаевича Кулипанова.*

с мировым. На нашей конференции были ученые из Японии, Германии, Италии, Кореи, США. В прошлом году в Японии начал работать самый лучший на сегодняшний день источник синхротронного излучения SPring-8 на энергию 8 ГэВ, оснащенный несколькими десятками вигглеров и ондуляторов. Это безусловный лидер среди источников СИ как по яркости, так и по жесткости излучения. Наши японские коллеги уже начали экспериментальную программу, и на конференции было представлено два больших доклада. Профессор М.Хара сделал доклад о состоянии работ на источнике синхротронного излучения, а профессор С.Кикута рассказал об экспериментальной программе, ведущейся на SPring-8.

и изготавливает систему конверсии и замедления позитронов. Если все пройдет успешно, то на SPring-8 все это оборудование будет установлено в начале 2000 года, и источник медленных позитронов будет доступен для международного сообщества.

В рамках нашей конференции впервые был проведен специальный семинар, на котором Н.А.Мезенцев (ИЯФ) и В.В. Плохой (Челябинск-70) рассказали о состоянии дел по реализации проекта, а В.Н.Беляев (МИФИ, Москва) — о состоянии и перспективах использования медленных позитронов в различных исследованиях.

— За время, прошедшее после одиннадцатой конференции, появились ли кроме японского еще новые источники синхротронного излучения?

— Самый новый это SPring-8, перед этим был запущен практически аналогичный источник синхротронного излучения в Аргонской лаборатории (США), где работает большая команда бывших сотрудников ИЯФ. Недавно запущен накопитель BESSY (Германия).

— Если за точку отсчета, как эталон, брать SPring-8, то на каком уровне находится в этой области ИЯФ?

— Всем понятно, что сейчас Россия не способна реально осуществить проекты следующего поколения — это огромные вложения. К примеру, SPring-8 стоит миллиард долларов. Похоже, что источники третьего поколения в России так и не появятся. Мы должны сознательно пропустить этот этап и сразу делать источники следующего поколения. Предпосылки для этого есть. Нами предложена новая концепция источников СИ четвертого поколения, которая докладывалась на прошлогодней Международной конференции в Японии и обсуждалась на нашей конференции в моем докладе. Это вполне реальный проект, относительно дешевый, лет через десять его можно осуществить и сразу в России сделать источник четвертого поколения, превышающий по яркости SPring-8 на три — четыре порядка.

А существующие наши источники, конечно, устарели. Однако мы стараемся быть на переднем фронте по разным направлениям, в частности, за последние годы в институте сделана очень хорошая разработка — эллиптический вигглер для генерации циркулярно поляризованного рентгеновского излучения. Интересный доклад об этом был сделан доктором физ.-мат. наук Н.А.Винокуровым. К сожалению, у себя такие вигглеры мы пока не используем (классическая ситуация — сапожник без сапог), но два таких вигглера мы поста-

вили в США в Брукхейвенскую и Аргонскую национальные лаборатории. Эти устройства позволяют не только получать циркулярно поляризованное излучение, но и быстро менять знак поляризации, что крайне важно для эксперимента. Нужно сказать, что как только установили эллиптический вигглер в Брукхейвене, с его помощью было сделано несколько очень хороших работ, заслуживших премию Американского физического общества. То же самое можно сказать и о сверхпроводящих вигглерах, доклад о которых был сделан В.А.Шкарубой. Мы сделали такой вигглер для Луизианы (США), сейчас делаем для BESSY-2 и, еще раз напомню, — для SPring-8. Поэтому свой потенциал мы стремимся реализовать, это не только возможность заработать деньги, но и хорошая школа для наших молодых физиков.

— Сколько было сделано докладов на конференции, какие, на ваш взгляд, были наиболее интересные?

— Было 68 пленарных докладов и 162 стендовых. С обзором работ, проводимых в центрах синхротронного излучения, помимо SPring-8, выступили В.Ф.Пиндюрин (ИЯФ, Новосибирск), Д.Рихтер (BESSY, Германия), Д.Эйнфельд (ANKA, Германия), А.Н.Артемьев (Курчатовский научный центр, Москва). В последнем обзоре было отмечено, что в 1998 году накопитель «Сибирь-2» выведен на проектные параметры. Это является большим успехом и коллектива ИЯФ, сотрудниками которого проведена большая работа по проектированию, изготовлению и запуску всех систем этого накопителя.

Было много других интересных докладов обзорного типа. Мы специально пригласили наших давних

пользователей — первых экспериментаторов, и тех, кто внес существенный вклад в развитие какого-то направления.

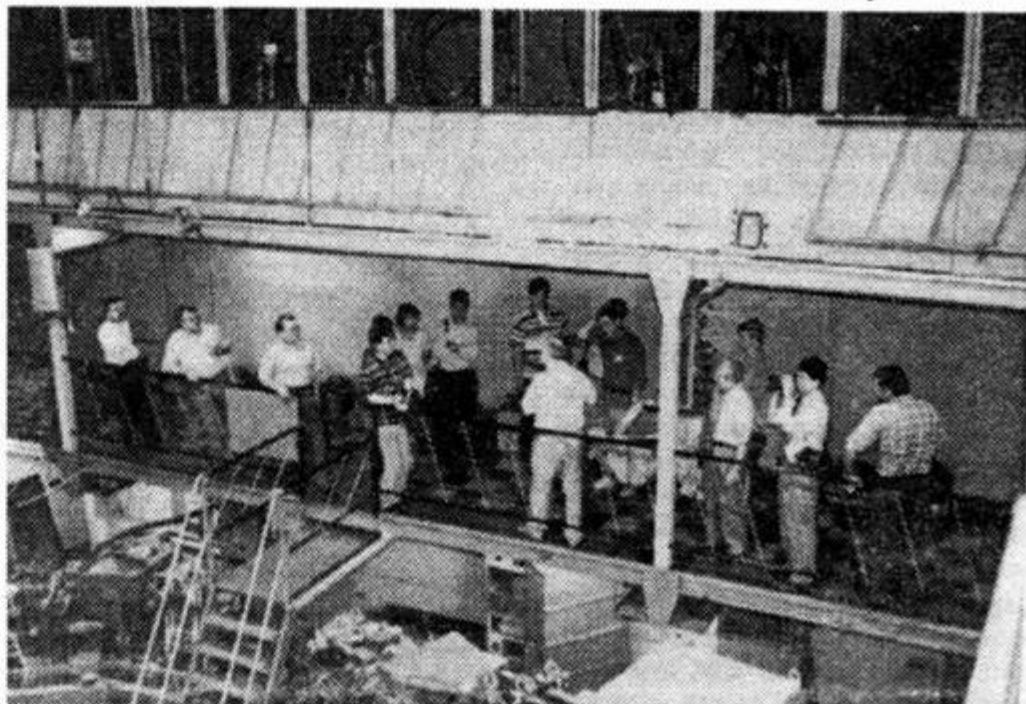
Очень содержательным был доклад по рентгеновской оптике члена-корреспондента РАН В.В.Аристов (Черноголовка), школа которого известна сейчас во всем мире благодаря его работам и большому количеству его учеников, ставших ведущими сотрудниками зарубежных центров синхротронного излучения.

Новый директор Института кристаллографии РАН (Москва) М.В.Ковальчук сделал прекрасный обзор «Синхротронное излучение как основа для развития рентгеновской кристаллографии».

Привлекли внимание доклады Н.Н. Салащенко (Нижегород) и А.В. Виноградова из ФИАН по многослойным зеркалам, А.А. Вазиной (г. Пушкино) об истории работ по «рентгенодифракционному кино» в Новосибирске для решения биологических задач, Л.Н.Мазалова из Института неорганической химии СО РАН, который был одним из первых спектроскопистов, использовавших синхротронное излучение на накопителе ВЭПП-2М.

Было много очень хороших оригинальных сообщений. Например, доклад Е.Л.Гольдберга из Лимнологического института (Иркутск). В течение последних трех лет по инициативе чл.-корр. РАН М.А.Грачева большая группа исследователей занимается изучением донных осадков Байкала. В многосотметровых осадках озера записана история Земли за несколько миллионов лет. Одна из основных задач состоит в том, чтобы сделать датировку каждого миллиметра стометрового керна, который научились доставать из осадочных пород Байкала. Эта задача была решена

*Окончание на стр.6*



Окончание. Начало на стр. 4

путем анализа изменения концентрации ряда элементов вдоль зерна. Оказалось, и это подтверждено разными методами, что концентрация по многим элементам периодически меняется вдоль зерна. Было показано, что наблюдаемые эффекты связаны с прецессией оси Земли, периоды которой делятся от нескольких десятков до сотни тысяч лет. Вследствие этого процесса меняется периодически климат и, соответственно, количество смываемых и сносимых в озеро горных пород. Астрономы достоверно знают и рассчитывают эти циклы прецессии оси Земли, и с их помощью удалось провести датировку, благодаря чему миллиметры байкальского зерна прописываются теперь по годам. Сейчас мы собираемся сделать следующий шаг — создать специальную станцию на ВЭПП-4, зерно не будет разрушаться, а его будут сканировать вдоль пучка СИ и одновременно проводить элементный анализ для датировки, рентгеновскую томографию, чтобы смотреть внутри зерна всяких там рачков, и дифракцию, чтобы отслеживать изменение концентрации биологического кремнезема. Началась эта работа совсем недавно, однако уже получены очень интересные результаты.

Можно выделить также доклад В.А. Чернова (Институт катализа СО РАН) в качестве примера успешного применения EXAFS-спектроскопии в материаловедении для исследования атомной структуры кобальт-палладиевых магнитных сверхрешеток (многослойных структур с ферромагнитными свойствами), изготовленных методом молекулярно-лучевой эпитаксии. Данные покрытия позволяют увеличить плотность магнитной записи и будут применяться в следующем поколении магнитооптических дисков памяти, используемых в компьютерах. Поэтому существует большой интерес со стороны ученых-материаловедов и фирм как к исследованию структуры получаемых пленок, так и изменений структуры в зависимости от метода и условий напыления. Эта работа была выполнена в рамках международного сотрудничества с университетом POSTECH, Южная Корея. Толщина исследуемых пленок настолько мала (от 30 до 100 ангстрем), что применение метода рентгеновской дифракции было крайне затруднительно и, более того, существовала большая трудность в их интерпре-

тации. Развита в Сибирском центре СИ методика регистрации EXAFS-спектров по флуоресцентному выходу позволила получить высококачественные спектры очень малых количеств образца (около нанogramма). Кроме того, была

РАН Н.З.Ляхова (ИХТТИМС СО РАН), применение этого детектора позволило получить уникальные экспериментальные результаты по исследованию кинетики твердофазных химических реакций с микросекундным временем разрешения.

## XII конференция по генерации и использованию синхротронного излучения

использована линейная поляризация СИ для получения так называемых поляризационных спектров, что резко увеличило информативность метода.

— Хорошие научные результаты невозможно получить без современной экспериментальной аппаратуры. Что нового было на конференции в этом плане?

— Как я уже отмечал, 1998 год для российских исследователей отмечен вводом в строй действующего источника СИ «Сибирь-2» в Москве, а кроме того, у нас в Новосибирске начаты работы с использованием жесткого рентгеновского излучения из модернизированного накопителя ВЭПП-4М в новом экспериментальном зале. Всё это потребовало создания адекватной экспериментальной аппаратуры. Поэтому на конференции секция «Аппаратура и оборудование для работ с СИ» была одной из самых больших. Особо следует отметить доклады, представленные сотрудниками Института кристаллографии РАН, которые спроектировали, изготовили и приготовили к установке на накопитель «Сибирь-2» шесть современных экспериментальных станций.

Много интересных докладов было и на секции «Детекторы рентгеновского излучения». Нужно сказать, что в нашем институте за последние два года усилиями лабораторий В.М.Аульченко, С.Е. Бару и С.И.Среднякова было создано новое поколение одно- и двухкоординатных рентгеновских детекторов. Однокоординатный детектор ОД-3.3 имеет рекордные параметры по быстродействию (10 Мгц), отсутствие шумов (поквантовая регистрация) и хорошее пространственное разрешение (0,1 мм). Такой детектор в настоящее время активно используется на станции «Дифракционное кино» накопителя ВЭПП-3. Как сообщалось в докладе чл.-корр.

Для модернизации другой станции «Аномальное рассеяние — прецизионная дифрактометрия» в настоящее время разрабатывается новый однокоординатный детектор ОД-160 с диапазоном регистрации углов в 160 градусов, угловым шагом — 0,001 градуса и быстродействием 3,3 Ггц. В настоящее время на пучке СИ испытан прототип это-

го детектора и получены очень обнадеживающие результаты.

В этом году испытан также прототип нового однокоординатного детектора — позиционно чувствительной ионизационной камеры с разрешением 0,4 — 0,2 мм, не имеющей ограничения по потоку квантов и работающей в диапазоне энергий 30 - 80 кэВ. Кроме того, в этом же году проведены первые испытания на пучке СИ нового двухкоординатного детектора ДЭД-5, который будет использоваться в экспериментах по исследованию структуры кристаллов на станции «Монокристалл».

Наш давний друг директор SPring-8 профессор Х. Камитсубо, который приезжал в наш институт уже после конференции СИ-98, после знакомства с новым поколением наших рентгеновских детекторов сам поднял вопрос о новом совместном проекте между ИЯФ и SPring-8 — разработке и созданию детекторов для экспериментов на SPring-8.

— Как влияет международное сотрудничество на работы в институте?

— Во-первых, благодаря сотрудничеству с зарубежными центрами мы имеем возможность получать контракты на разработку и создание уникальных установок и приборов, на реализацию наших идей. А это и дополнительное финансирование института, сохранение и развитие нашего научного потенциала, загрузка и совершенствование нашего экспериментального производства. Во-вторых, благодаря этому сотрудничеству мы выполняем исследования, которые невозможно сделать на наших установках. На конференции были представлены последние результаты, полученные в рамках совместного с Университетом Дюк (США) проекта по получению коротковолновой ге-

нерации лазерами на свободных электронах. Используя новый специализированный электронный накопитель Университета Дюк и магнитную систему новосибирского ЛСЭ ОК-4, в этом году была получена генерация на 0,21 мкм и был побит десятилетний рекорд



Обсуждение продолжалось  
и во время перерывов

ИЯФ — генерация ЛСЭ на 0,24 микрона. Сотрудничество с Университетом Дюк позволило два года назад А.К.Петрову с сотрудниками (ИХКиГ СО РАН), используя существующий там мало мощный ЛСЭ инфракрасного диапазона, впервые в мире продемонстрировать возможности ЛСЭ для разделения стабильных изотопов.

В-третьих, международное сотрудничество позволяет нам создавать новые установки в институте. Опять же на конференции при обсуждении состояния дел по созданию мощного ЛСЭ для Центра фотохимических исследований было подчеркнуто, что несмотря на недостаточное государственное финансирование, в этом году был запущен инжектор электронов на энергию 2МэВ. Это, в основном, благодаря тому, что аналогичный проект мощного ЛСЭ ИЯФ разрабатывает для Корейского института атомных исследований, где также был запущен в работу двухмэвный инжектор электронов.

— Что нового обсуждали на конференции по разработке технологий с использованием СИ?

— Разработка новых технологий, основанных на использовании пучков синхротронного излучения, традиционно остается одним из основных направлений работ с СИ как в мире, так и в

России. Более того, для этих целей уже свыше 5 лет постоянно используется специализированный компактный источник СИ в фирме IBM (США), строится специализированный накопитель ANKA в Карлсруэ (Германия), разработан и с большой вероятностью начнет сооружаться в ближайшее время накопитель NANOHANA в Японии. В России уже много лет ведутся работы по созданию специализированного накопителя ТНК (Технологический накопительный комплекс) в г. Зеленограде под Москвой.

Классическим примером технологических работ, представленных на конференции бывшим сотрудником предприятия «ВОСТОК» (Новосибирск), а ныне одним из ведущих сотрудников фирмы IBM, — А. Красноперовой, является использование рентгеновской литографии на СИ для разработки и изготовления микросхем следующего поколения. Рентгеновская литография не стала еще реальным инструментом для выпуска коммерческих микросхем, и все «интегралки», выпускаемые сегодня в массовом масштабе ведущими мировыми фирмами, по-прежнему производятся с помощью оптической литографии (в массовом выпуске находятся микросхемы с размером зазоров 0.25 мкм, микросхемы памяти 64 Мбита, и близки к массовому выпуску микросхемы 256 Мбит). Нацеленность же рентгеновской литографии — на изготовление микросхем с размерами элементов 0.1 мкм и меньше. Не все так просто в решении этой сложной комплексной задачи, но интересно, что даже сейчас, практически при единичном изготовлении реальных микросхем с использованием рентгеновской литографии, стоимость специализированного технологического источника СИ составляет лишь небольшую часть от стоимости остального технологического оборудования.

Представленные на конференции доклады показывают, что в России по-прежнему остается два центра, ведущих работы по разработке технологий, основанных на использовании СИ. Одним из них традиционно является Институт физических проблем им. Лукина (Зеленоград), работы которого изначально были нацелены на решение задач микроэлектроники следующего поколения, а вторым — Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН, объединяющий работы по LIGA-технологии.

**«Мы всегда чувствовали  
надежность и  
профессионализм  
своих ияфовских партнеров»**

Применение СИ в широкой области исследования является фактом истории естествознания нашего века. Конец XX века характеризуется интеграцией самых различных областей науки. Использование экспериментального потенциала Института ядерной физики — замечательный пример содружества наук и ученых. Коллективизм, который так свойственен ученым ИЯФ, всегда был основой сотрудничества на пучках СИ. Мы всегда чувствовали товарищество, надежность и профессионализм своих ИЯФовских партнеров.

Прошло 25 лет. Можно сказать, что жизнь целого поколения исследователей освещена пучком СИ.

Сегодня жизнь несется без руля,  
Теряем почву каждое мгновение.  
Твоя команда, Скринский, для меня  
Источник СИ, идей и вдохновенья.  
Не бегали за славой никогда,  
ИЯФ не гнался за рублем, наверное,  
А просто выполнял свой долг всегда,  
Всю жизнь свою и каждое мгновение.  
Мгновения испытывают нас,  
Сдувает пену время непреклонное.  
Под вашей крышей выковался класс  
— Союзная тусовка синхротронная.  
Есть время и пространство у страны.  
Вас эргодичность замесила круто,  
Вы делу ваших прадедов верны,  
В размах преображая время смуты.  
Виват, ИЯФ, и юзерам виват!  
Извечное к Сибири притяженье,  
Обжить я новый бункер буду рад,  
Не сманит нас иных орбит свеченье.  
Виват, ИЯФ! Виват! Виват! Виват!  
Директору и замам — долголетия!  
И не устанем повторять стократ  
Социализму вашему — столетья.  
29.07.98

А.А.Вазина  
Институт биофизики РАН  
г. Пуцнино

А.Пятков,  
инспектор ГПН по ИЯФ СО РАН

## Пожара можно избежать

Пожары от бытовых газовых приборов нередко происходят из-за нарушения правил пожарной безопасности. Основная причина этих пожаров — утечка газа вследствие нарушения герметичности трубопроводов, соединительных узлов или через горелки газовых плит. Природный и сжиженный баллонный газ способны образовывать с воздухом взрывоопасные смеси. Именно поэтому при появлении запаха газа в помещении нельзя зажигать спички, включать или выключать электрические выключатели, входить в помещение с открытым огнем.

В случае утечки газа в результате повреждения газовой сети или приборов пользование ими необхо-

димо прекратить и немедленно сообщить в контору газового хозяйства. Категорически запрещается пользоваться огнем для обнаружения утечки газа, сделать это можно только с помощью мыльного раствора.

При пользовании газовыми колонками и газифицированными печами следует помнить о том, что в дымоходе должна быть хорошая тяга. При нормальной тяге пламя спички или зажженной бумаги, поднесенное к краю колпака или к глазку топочной дверцы, должно втягиваться внутрь. Закрывать шибер при работе газифицированных печей категорически запрещается.

Чтобы зажечь газ, следует поднести зажженную спичку к горелке

и повернуть соответствующую ручку крана. Нормальное горение характеризуется спокойным пламенем горелок, имеющим отчетливые голубовато-зеленые ядра с фиолетовыми колпачками. Если всё пламя или его часть имеет желтовато-красный оттенок, значит полного сгорания газа не происходит, горелка коптит. Это можно наблюдать при ее засорении. В таком случае необходимо тщательно очистить горелку.

Во избежание несчастных случаев воспрещается:

— снимать конфорку и ставить посуду непосредственно на горелку;

— стучать по кранам, горелкам и счетчикам твердыми предметами;

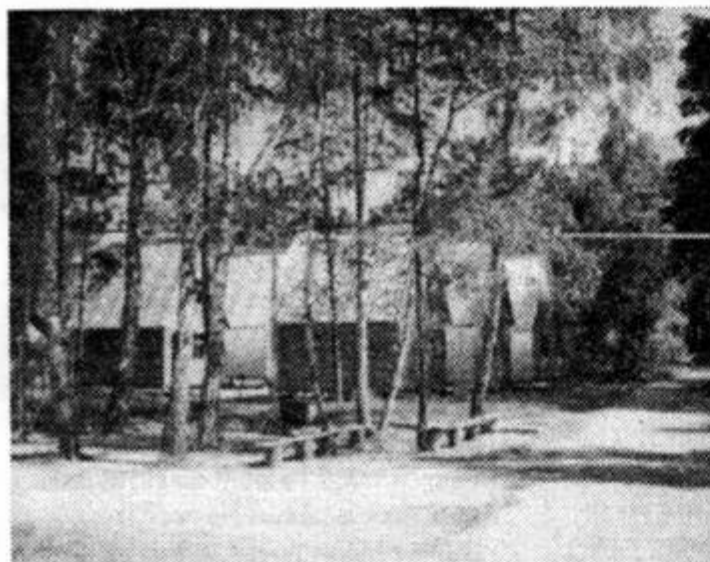
— устанавливать баллоны ближе 1 м от отопительных печей и приборов;

— подогревать баллоны (для ликвидации обмерзания запорно-редукционного клапана).

Соблюдение противопожарных правил — залог того, что пожары в быту и на производстве станут редкостью.

## В Разливе

*было весело этим жарким летом*



*Фото Г. Хлестовой*



Газета издается  
ученым советом  
и профкомом ИЯФ СО РАН  
Печать офсетная. Заказ № 67

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

“Энергия-Импульс”  
выходит один раз  
в три недели.  
Тираж 500 экз., цена 50 коп.