

шает рост зародышевых пор. Для промышленных быстрых реакторов (типа LMFBFR) предсказанное изменение диаметра оболочек твэлов при 550° С и дозе $2 \cdot 10^{23}$ нейтр/см², равно 8% для аустенизированной и примерно 2% для деформированной стали 316. Однако высказывается предположение, что, может быть, это явление не столь катастрофическое и распухание оболочки достигает насыщения.

Исследованию поведения горючего под облучением было посвящено несколько докладов. В докладе советских исследователей [30] приводятся конструкции твэлов с карбидным горючим второй загрузки реактора БР-5, для которых в настоящее время достигнуто выгорание более 3%, а также конструкции ампульного образца с термопарами для реактора СМ-2 и твэла с карбидным горючим для экспериментального пакета реактора БОР-60. Приводятся результаты дореакторных исследований совместимости различных карбидов (легированных хромом, с защитным покрытием и др.) с нержавеющей сталью (ОХ16Н15МЗБ) и тугоплавкими материалами. Показана удовлетворительная совместимость карбидов стехиометрического состава с оболочкой через натриевый подслои. Отмечается положительное влияние на совместимость легирования карбидов урана хромом.

В докладе [31] подчеркивается необходимость получения сталей высокой чистоты и проведения испытаний ползучести сталей в условиях облучения. Уделяется особое внимание получению улучшенных смесей окисного топлива ($UO_2 + PuO_2$) путем механического смешивания, химического соосаждения или через золь-гель процесс. Исследования карбонитридов (U, Pu)CN [32, 33] направлены на изучение влияния стехиометрии и миграции плутония при выгорании до 18%. Исследуется также нитридное топливо до выгорания 4—5% с линейной мощностью 1000 *вт/см*.

На общей дискуссии главы делегации сделали короткие сообщения по программам развития быстрых реакторов в своих странах. Указывалось, что следующее десятилетие будет отмечено бурным развитием быстрых реакторов, в связи с чем предлагалось объединить усилия исследователей, чтобы в более короткое время и с меньшей затратой средств получить необходимую информацию по поведению материалов в потоке быстрых нейтронов.

В заключение была отмечена большая польза обмена мнениями и высказано пожелание через 2—3 года собрать следующую конференцию.

Т. С. МЕНЬШИКОВА

ЛИТЕРАТУРА

1. W. Martin, J. Standring, D. Wood (UKAEA). Доклад № 7/8, представленный на Меж-

дународную конференцию по облучению в быстрых реакторах. Великобритания (г. Терсо), 14—17 апреля 1969 г.

2. M. Grounes, P. Lindhagen (Sweden). (7/1). Ibid.
3. K. Bagley, J. Birss, H. Lawton (UKAEA). (1/1). Ibid.
4. J. Pounder et al. (UKAEA). (4/5). Ibid.
5. F. Barclay, J. Walford, J. Kirk (UKAEA). (2/2). Ibid.
6. R. Fordham, G. Leet, H. Sussock (UKAEA). (2/8). Ibid.
7. R. Dehn, H. Sussock, T. Horrocks (UKAEA). (7/3). Ibid.
8. J. Bramman, A. Fraser, W. Martin (UKAEA). (7/7). Ibid.
9. J. Purica, I. Grancea, V. Cuculeanu (Rumania). (7/5). Ibid.
10. Bell, Milliez, Rousseau (CEA). (4/4). Ibid.
11. M. Soenen (CEA). (2/4). Ibid.
12. G. Vanmassenhove (CEN). (2/5). Ibid.
13. P. Von der Hardt (Euratom/CEN). (4/3i). Ibid.
14. A. Lhost (Belgo-Nucleaire). (4/3ii). Ibid.
15. K. Uematsu et al. (Japan). (1/4). Ibid.
16. J. Venard, L. Kelman (USA). (1/5). Ibid.
17. Chaumont et al (CAE). (2/1). Ibid.
18. A. Plessa, K. Stohr (Siemens). (2/3). Ibid.
19. S. Arneson (USA). (8/1). Ibid.
20. K. Uematsu et al. (Japan). (8/2). Ibid.
21. G. Jackson (UKAEA). (8/4). Ibid.
22. G. Constantine et al. (UKAEA). (8/5). Ibid.
23. P. Aiello et al. (CNEN). (8/6). Ibid.
24. Rappenaу, Ratier, Weisz (CEA). (1/2). Ibid.
25. G. Shewmon (USA). (2/7). Ibid.
26. Fournier, Gourdon, de Goer (CEA). (7/6). Ibid.
27. В. И. Прохоров, И. Г. Лебедев, Н. В. Краснояров (СССР). (1/6). Там же.
28. M. Grounes, L. Ljungberg (Sweden). (1/3). Ibid.
29. P. Murray (USA). (7/4). Ibid.
30. I. Golovnin et al. (USSR). (4/1). Ibid.
31. E. Evans, J. Hanson, F. Shober (USA). (4/2). Ibid.
32. G. Karsten et al. (Kernforschungszentrum, Karlsruhe). (1/7). Ibid.
33. J. Gabolde (ETJ, Karlsruhe). (1/8). Ibid.

Международный семинар по ядерной электронике

С 1 по 12 июня 1969 г. в Варне проходил Международный семинар по ядерной электронике, который был организован ОИЯИ совместно с Институтом электроники и Физическим институтом Болгарской академии наук. В работе семинара приняли участие 114 ученых и специалистов из тринадцати стран Европы и Азии.

Представленные на семинаре 65 докладов были посвящены трем основным направлениям развития ядерной электроники: временным измерениям, спектрально-метрическим устройствам, автоматизации измерений.

Рабочая часть семинара началась с доклада проф. Станки (Италия), посвященного будущему ядерной электроники. В докладе были высказаны некоторые соображения о применении ЦВМ и возможности изготовления слоистых полупроводниковых детекторов и высокочастотных транзисторов с помощью эпитаксиальной технологии. Интерес вызвал доклад П. И. Мея (Франция), посвященный наносекундной технике. Автор сообщил о разработке ряда схем, содержащих усилители, формователи, триггерные ячейки, генераторы, рабо-

тающие на частоте 700—1000 *Мгц*. Оригинальное решение предложено автором для преобразования наносекундных интервалов в цифровой код, в котором используется способ изменения интервалов между парой импульсов путем вариации порога формирователя после прохождения первого из импульсов. Эта операция повторяется каждый раз во время циркуляции импульсов в линии задержки до совпадения импульсов.

Несколько докладов касалось формирователей со следящими порогами в схемах временной привязки. В докладе М. Н. Дражева (НРБ) приведена теоретическая оценка предельных результатов, которые могут быть получены при использовании этого метода. Эти доклады и доклад Ю. К. Акимова и С. В. Медведя (ОИЯИ), посвященный разрешающему времени сцинтилляционных счетчиков, дают общую картину предельных возможностей сцинтилляционных счетчиков при временных измерениях.

В области спектрометрических устройств внимание участников семинара привлекли доклады, освещающие вопросы сжатия информации. Докладчики Б. В. Феофилова и Л. П. Челнокова (ОИЯИ) изложили оригинальный способ накопления случайных сигналов, при котором экономно используются числовые разряды накопителя. И. Ланг, В. И. Вакатов и И. Эрё (ОИЯИ) сообщили, что для сжатия информации можно использовать аффинные и логарифмические преобразования двумерных полей распределения. Подобные преобразования позволяют существенно уменьшить объем накопительных устройств и упростить алгоритмы отбора интересующей экспериментатора информации. Это новое направление может оказать плодотворное влияние на дальнейшее совершенствование аппаратуры, применяемой в крупных экспериментах.

Вопросы построения ассоциативных спектрометрических устройств нашли свое отражение в докладах, представленных И. Касацким и др. (ПНР).

Значительное внимание в работе семинара было уделено вопросам совершенствования параметров аналого-цифровых преобразователей.

Дальнейшей конкретизации метода «скользящей шкалы» был посвящен доклад Е. Гатти (Италия) об оптимальном выборе распределения весовой функции для достижения минимума среднеквадратичной ошибки в ширине каналов и положении их центров на шкале.

Любой вид нелинейности можно интерпретировать как коррелированную помеху, связанную с положением канала на шкале преобразователя. С этой точки зрения метод скользящей шкалы является способом минимизации коэффициента корреляции между помехой и положением ее на шкале, — такой взгляд был изложен в докладе И. С. Крашенинникова и А. В. Матвеева (СССР).

Анализ влияния различных составляющих дрейфа на параметры прецизионного преобразователя весьма трудно провести аналитическими методами, и с этой точки зрения заслуживают внимания машинные методы моделирования различных дестабилизирующих факторов и анализ их влияния на форму измеряемого спектра, о которых доложили участники семинара Я. Бирни и др. (ВНР).

Сложные структуры спектрометров с каждым годом приобретают все большее значение в физических экспериментах. В докладах, представленных ОИЯИ (Г. И. Забиякин, Б. Е. Журавлев, А. Н. Синаев, Г. П. Жуков и др.), достаточно полно освещены вопросы создания спектрометрических устройств, в которых общее число каналов измерения достигает астрономи-

ческой цифры (10^{10}). Наряду с изложением структуры устройств были освещены и более частные вопросы построения промежуточных запоминающих устройств, быстродействующих устройств накопления временной информации.

Автоматизация измерений явилась одной из центральных тем семинара: были обсуждены как теоретические вопросы и будущее развитие, так и конкретная реализация систем автоматического сбора и обработки информации; изложены различные концепции применения вычислительных машин. В частности, в докладе Б. Соучека (СФРЮ) были освещены вопросы использования псевдослучайных преобразований с целью сжатия информации в многопараметровых измерениях, применения псевдослучайных последовательностей для измерения параметров спектрометрических устройств, способы выделения слабых линий в полученных распределениях, возможности использования кибернетических устройств для получения сверток пуассоновских распределений.

И. Узунювым (НРБ) были высказаны интересные соображения о применении теории массового обслуживания при разработке сложных измерительных центров.

Большое внимание в работе семинара было уделено применению вычислительных машин и способам общения экспериментаторов с машиной. На примерах конкретных реализаций рассмотрены различные варианты: малая машина в режиме «на линии» — средняя машина для обработки информации; накопители — машина для управления и обработки; накопители с предварительным сжатием информации — машина для окончательной обработки. По-видимому, для различных по характеру экспериментов оптимальным является один из вариантов, но общее мнение едино: для физиков необходима малая машина на 4 *к* слов с быстродействием 1—2 *мксек*, длиной слова 12—16 *бит* с возможностью развития объема памяти и достаточно простыми средствами общения и математическим обеспечением.

В ЦИФИ (ВНР) разработана подобная машина с временем обращения 10 *мксек*, которая в настоящее время вместе с измерительно-вычислительным центром обслуживает эксперименты на ускорителе, реакторе, в области физики твердого тела и космической физики. Обстоятельные доклады по использованию ЦВМ в экспериментах были представлены различными лабораториями ОИЯИ и Центральным институтом ядерных исследований (В. Майлинг и др., ГДР).

В качестве наиболее распространенного и удобного средства общения с машиной был признан световой карандаш.

Несколько докладов на семинаре было посвящено мёссбауэровским спектрометрам. Наряду с обсуждением общих вопросов разработки спектрометров и анализом динамики возбудителя (НРБ) были рассмотрены и оригинальные разработки. Среди них заслуживает внимание мёссбауэровский спектрометр в режиме измерения токов (ОИЯИ). Подобный режим необходим при экспериментах с короткоживущими изотопами.

Доклады, посвященные вопросам применения интегральных схем в ядерной электронике, и конкретные разработки гибридно-пленочных схем, доложенные на семинаре, характеризуют те пути улучшения параметров и развития функциональных возможностей, которые будут реализованы в ближайшее время.

Оценивая итоги семинара, можно сделать следующее заключение. Несмотря на некоторый спад в совер-

шенствовании детекторов, наблюдается повышение быстродействия и разрешающей способности измерительных устройств, причем этот процесс связан с углубленными теоретическими исследованиями.

Не ослабевает повышенный интерес, и уже имеются конкретные достижения в области сжатия информации с целью более экономного использования накопительных устройств.

Вычислительные машины находят самое широкое применение в физическом эксперименте; пришла пора

обобщить накопленный материал с целью оптимизации использования ЦВМ.

Содержательные доклады и широкий обмен мнениями в дискуссиях способствовали выработке наиболее рационального подхода к решению предстоящих задач, правильной оценке перспективы развития. В этом несомненная ценность семинара, который, по мнению всех участников, был хорошо организован болгарскими товарищами и оргкомитетом.

И. С. КРАШЕНИННИКОВ

Совещание по технике пузырьковых камер

Научные достижения в области физики высоких энергий за последние годы в значительной мере обусловлены прогрессом в развитии методики пузырьковых камер. Более половины всей научной информации в указанной области физики было получено этой методикой. В апреле 1969 г. в Дубне было проведено второе рабочее совещание по технике пузырьковых камер. Около 150 ученых и инженеров из ОИЯИ и стран — участниц Института заслушали и обсудили более 50 докладов.

Совещание начало свою работу с обсуждения перспектив и возможностей использования камерной методики в физическом эксперименте. В представленных докладах Ю. А. Будагова и З. С. Стругальского было рассмотрено современное состояние камерных экспериментов, тенденции их развития и сделаны на основании этого соответствующие прогнозы на будущее.

Заслушано сообщение о первом опыте эксплуатации недавно введенной в строй крупнейшей в СССР двухметровой камеры ИТЭФ, а также о ходе работ по сооружению двухметровой камеры ОИЯИ, которая после завершения ее сооружения будет эксплуатироваться в пучках частиц ускорителя ИФВЭ на 70 Гэв. При создании последней учитывается опыт успешной эксплуатации метровой водородной камеры ОИЯИ, с которой к настоящему времени получено более 400 тыс. снимков. А. Г. Зельдович и сотрудники сообщили о весьма интересных результатах детальных исследований различных режимов работы этой камеры, рассказали об опыте эксплуатации системы стабилизации температурного режима и дюарной системы термоизоляции рабочего объема. Применение дюарной системы термоизоляции позволило снизить требования к плотности разъемных соединений камеры и показало высокую надежность и эффективность такого способа термоизоляции.

Г. И. Селиванов сообщил об основных результатах разработки проекта многокубовой жидководородной камеры, подчеркнув ее исключительно важное значение для экспериментов по физике высоких энергий на ускорителе ИФВЭ, особенно при изучении нейтринных взаимодействий. В этом проекте учтены все новейшие научно-технические достижения, которые позволяют создать весьма эффективную установку. Основные параметры этой камеры: диаметр — 4 м; объем — 40 м³; напряженность магнитного поля — 40 кгс (магнит со сверхпроводящими обмотками); число циклов работы камеры за цикл ускорения — 2 ÷ 3; система освещения — светлопольная (в качестве световозвращающего материала используется «скотчлайт»); система фотографирования использует 4 широкоугольных объектива ($2\beta = 90^\circ$), каждый из

которых «видит» весь объем камеры; предусматривается возможность размещения в рабочем объеме конверсионных пластин, что делает ее удобным прибором для регистрации процессов, протекающих с участием γ -квантов.

В других докладах были сообщены результаты разработок и исследований (оптических, гидродинамических, тепловых и т. п.) отдельных узлов и систем этой камеры. В проекте приняты принципиально новые решения, которые в силу сложности эксплуатационных условий работы не могут основываться только на расчетных данных и нуждаются в тщательной, всесторонней проверке. Для этой цели создаются модель камеры диаметром 800 мм и модель сверхпроводящего магнита.

Значительная роль в экспериментах принадлежит также камерам, наполненным тяжелой жидкостью (пропан, фреон, ксенон). Наиболее подробно был рассмотрен и обсужден проект пропан-фреоновой камеры «СКАТ» (ИФВЭ и НИИЭФА) объемом 6000 л, которая в настоящее время находится в стадии сооружения.

Особо актуальной проблемой был посвящен обзорный доклад В. А. Жукова о перспективах использования сверхпроводящих магнитов для пузырьковых камер и других физических установок. Применение сверхпроводящих магнитов для пузырьковых камер позволяет создать компактные установки и, главное, достичь больших значений магнитного поля и, как следствие этого, повысить точность измерения импульсов, наблюдаемых в камере частиц. В США введены в действие магниты со сверхпроводящими обмотками для жидководородных пузырьковых камер с внутренним диаметром 478 см и полем 18 кгс и диаметром 240 см и полем 30 кгс; в ЦЕРНе — диаметром 400 мм и полем 60 кгс. Обмотки магнитов выполнены из стабилизированного сверхпроводящего сплава Nb — Ti.

Ведется строительство и проектирование магнитов с внутренним диаметром 500—800 см на напряженность магнитного поля 30—70 кгс.

В ОИЯИ завершается сооружение модели сверхпроводящего соленоида с внутренним диаметром 380 мм для жидководородной камеры. Ожидается, что величина магнитного поля в нем будет 40 кгс с неоднородностью 5%. Обмотки этого магнита будут выполнены из стабилизированного сверхпроводящего кабеля (сверхпроводник — сплавы 65БТ и Нц-50). При создании этого магнита использовался комплекс аппаратуры для проведения испытаний сверхпроводящих материалов, в частности, соленоиды с внутренним диаметром 25 и 40 мм, в которых напряженность поля достигала 50 кгс.