

жидких образцов трития, переведенного в пар, при помощи ионизационных камер.

А. А. Константинов и др. (ВНИИМ) доложили об особенностях измерения активности некоторых электронно-захватных радионуклидов. Так, активность  $Fe^{55}$ , испускающего при распаде лишь рентгеновское излучение и электроны Оже, измеряется с помощью пропорционального счетчика. Этот счетчик работает с различными газовыми смесями при разных давлениях. Активность электронно-захватных радиоизотопов, распад которых сопровождается также и испусканием  $\gamma$ -излучения, измеряется методом совпадений рентгеновских и  $\gamma$ -квантов. К числу таких радионуклидов относятся  $Mn^{54}$ ,  $Co^{57}$ ,  $Zn^{65}$ ,  $Sr^{85}$ ,  $Y^{88}$ ,  $Ce^{139}$ . В качестве детектора рентгеновского излучения используется пропорциональный счетчик детектора  $\gamma$ -излучения — кристалл  $NaI(Tl)$ .

В. Я. Алексеев (ВНИИМ) рассказал об измерении  $\alpha$ -активности радиоизотопов в диапазоне  $10^4$ — $10^8$  *расп/сек*. Суммарная погрешность составила 0,2—0,5% при доверительной вероятности 95%. Сопоставление этих результатов с результатами, полученными калориметрическим методом, дало совпадение в пределах 0,15%.

В представленном от ВНИИМ и Государственного института прикладной химии (ГИПХ) докладе К. Н. Шалотенко, А. Е. Кочина и Н. М. Анисеева показано измерение образцов радиоактивного раствора тимина, меченного  $C^{14}$ . Приготовленные в ГИПХ растворы в течение года исследовались во ВНИИМ и ГИПХ. Измерения проводились с помощью  $4\pi$ -счетчика. Источники, изготовленные на тонких органических пленках, оказались достаточно стабильными и в пределах 3% давали воспроизводимые результаты.

А. Ф. Дричко (ВНИИМ) показал, что сила тока цилиндрических ионизационных  $4\pi$ -камер, используемых для проверки образцовых  $\gamma$ -источников  $Co^{60}$  и  $Cs^{137}$ , пропорциональна не размерам камер, а расстоянию между электродами, усредненному по телесному углу с вершиной в центре  $\gamma$ -источника. Установленная зависимость позволяет по заданным размерам элементов камеры определять ее чувствительность, а по заданной чувствительности — подбирать размеры элементов камеры.

На секции, посвященной измерению доз ионизирующих излучений, проанализированы существующие поверочные установки с диффузным полем, направленными пучками излучения и плоские источники (Ю. В. Лысанов, Г. П. Оstromухова, И. А. Уряев, ВНИИМ). Отмечается тенденция развития установок с диффузным полем  $\gamma$ -излучения. Изучено рассеяние излучения в воздухе для пучков различной геометрии.

Предлагается для поверки дозиметрической аппаратуры с верхним пределом до 300—500 *р/ч* использовать метод подобия. В докладе Н. Д. Виллевалде и И. А. Уряева (ВНИИМ) показано измерение параметров импульсного рентгеновского излучения. Для определения переноса энергии излучения авторы применяли сцинтилляционный детектор на основе стекла ТФ-1, а для измерения переноса фотонов использовался сетчатый фильтр на катоде фотоумножителя. Г. В. Абрамов и др. (ВНИИМ) сообщили о создаваемом на базе бетатрона ВНИИМ эталоне единицы поглощенной дозы в интервале энергий фотонов 5—50 *Мэв*. Поглощенная доза будет измеряться калориметрическим методом в диапазоне 100—1000 *рад*.

А. П. Балашов рассмотрел сравнительно простой метод измерения энергии выведенных пучков электронных ускорителей с помощью частичного поглощения пучка в металлической пластине известной толщины.

В. Н. Тучин и М. Ф. Юдин рассказали об использованном ими спектрометрическом методе для точных измерений малых мощностей доз (менее  $3 \cdot 10^{-6}$  *р/сек*) в диапазоне энергий  $\gamma$ -излучения 0,1—2 *Мэв*.

З. П. Балон и др. рассмотрели преимущества использования фильтрации излучения при проверке дозиметров на типовой установке УПГД и некоторые методические тонкости, обеспечивающие повышение точности поверки дозиметрических приборов.

Ю. Ц. Вагин, Ю. А. Медведев и Б. М. Степанов (Всесоюзный научно-исследовательский институт оптико-физических измерений — ВНИИОФИ) предложили новый метод измерения мощности поглощенной дозы однократных импульсов ионизирующих излучений, основанный на измерении спектральной интенсивности флюоресценции газов в оптическом диапазоне. Фотодетектор и флюоресцентная камера обеспечивают линейность локальных измерений мгновенной мощности дозы импульсных пучков электронов и  $\gamma$ -квантов в диапазоне  $10^3$ — $10^7$  *рад/сек* при энергии 0,1—10 *Мэв* с погрешностью  $\sim 10\%$ . Работала также секция по детекторам излучений и прикладной спектрометрии.

Некоторые доклады носили общий характер. К их числу относится доклад Е. А. Кузьмина о проблемах измерения ядерных констант для термоядерных реакторов, в котором обосновывается необходимость определения ряда констант с высокой точностью.

С. А. Баранов сообщил о современном состоянии точного измерения энергии наиболее интенсивных групп  $\alpha$ -частиц некоторых трансураниевых элементов.

Было принято решение, в котором отмечена большая актуальность рассмотренных вопросов и необходимость периодического проведения подобных семинаров.

Ярицына И. А.

## Международная конференция по аппаратуре в физике высоких энергий

Очередная Международная конференция по аппаратуре в физике высоких энергий проходила с 8 по 12 мая с. г. в Италии. Она была организована Национальной лабораторией и Национальным институтом ядерной физики во Фраскати при поддержке Международного союза чистой и прикладной физики (IUPAP) и Национального комитета по ядерной энергии Италии (CNEC). В конференции участвовали около 250 специалистов — представителей всех ведущих научных центров мира. Наиболее представительными были деле-

гации ЦЕРНа, США, Италии, Франции, ФРГ, Англии и ОИЯИ. Советский Союз на конференции представляли ученые из Института физики высоких энергий, Института теоретической и экспериментальной физики и Московского инженерно-физического института.

Работа конференции проходила следующим образом: пленарные заседания, в программу которых были включены исключительно приглашенные и обзорные доклады, чередовались с более узкими тематическими

секционными встречами, где практически каждый желающий мог выступить с оригинальным сообщением о деталях той или иной разработки. Изданный накануне конференции сборник аннотаций докладов и сообщений, представленных на данную конференцию, помогал делегатам хорошо ориентироваться в происшедшем и устанавливать необходимые во время таких конференций деловые контакты между специалистами разных научных центров.

Программа конференции охватывала проблемы и достижения в области детекторов частиц высоких энергий, систем формирования пучков частиц от ускорителей с оптимальными для современного эксперимента параметрами, а также некоторые вопросы обработки экспериментальной информации. Во многих докладах и дискуссиях по ним обращалось внимание на возможности эффективного использования аппаратуры и новейших методов детектирования частиц высоких энергий в прикладных исследованиях (физике твердого тела, микробиологии, медицине и т. д.).

В последние годы серьезное развитие получили экспериментальные установки и аппаратура, способные эффективно работать в пучках частиц высокой интенсивности. В то же время в связи с созданием ускорителей на энергии в сотни миллиардов электронвольт ведется поиск таких методов регистрации частиц сверхвысоких энергий, которые позволили бы с достаточной точностью фиксировать характеристики этих частиц и процессов их взаимодействия наиболее экономичным и надежным способом.

Один из новых методов, который можно использовать для создания детекторов частиц сверхвысоких энергий, был впервые предложен и развит в Советском Союзе (Г. М. Гарибян и др., Ереванский физический институт). обстоятельный обзор работ по исследованию переходного излучения сделал Л. Юань (США). В последних работах советских и американских ученых показано удовлетворительное согласие характеристик переходного излучения, в частности энергетической зависимости интенсивности излучения в оптической и рентгеновской областях спектра, с теоретическими расчетами. Считается, что наилучшие детекторы для регистрации переходного излучения — пропорциональные камеры с добавлением ксенона и криптона.

Универсальными детекторами частиц, нашедшими широкое применение в последние годы, являются многопроволочные пропорциональные камеры, обладающие хорошим временным (менее 100 нсек) и пространственным (менее 1 мм) разрешениями. Г. Шарпак (ЦЕРН) сообщил, в частности, о создании крупных экспериментальных установок, в которых используются пропорциональные камеры с десятками тысяч проволочек. Подобные установки обладают большой светосилой и быстродействием. Естественно, что для сбора и обработки экспериментальной информации в таких установках используются достаточно мощные ЭВМ.

Многие участники конференции отметили большую перспективность дрейфовых камер, которые по некоторым характеристикам выгодно отличаются от пропорциональных (более высокое пространственное разрешение, более дешевая электронная аппаратура). В настоящее время технология изготовления и конструктивные особенности дрейфовых камер хорошо изучены и некоторые лаборатории во Франции и США создают на их основе трековые детекторы большого объема.

Дальнейшее развитие стримерных камер идет по пути введения мишени в объем камеры, а также изменения релятивистского роста ионизации вдоль трека. Большое быстродействие, относительная простота обработки экспериментальной информации и ряд других преимуществ позволяют использовать магнитные искровые спектрометры со стримерными камерами в сочетании с жидководородными мишенями в тех областях физического эксперимента, где ранее пузырьковые трековые камеры были вне конкуренции. Новые перспективы для развития этой методики открываются в связи с возможностью применения голографического съема информации со стримерных камер. Доклад об этом был представлен Лабораторией ядерных проблем ОИЯИ и Ленинградским институтом ядерной физики АН СССР. Пузырьковые камеры благодаря введению в их конструкции технических усовершенствований в многих случаях остаются удобными и незаменимыми. Главные методические усовершенствования жидководородных пузырьковых камер — удачные попытки ввести в рабочий объем камеры более тяжелую жидкость (например, жидкий неон) для повышения эффективности регистрации нейтральных частиц и  $\gamma$ -квантов. При этом подбираются такие термодинамические условия внутри камеры, что жидкий неон, отделенный тонкой пленкой или плексигласом от жидкого водорода, оказывается чувствительным к треку. Это расширяет область применения пузырьковых камер в физическом эксперименте и не приводит к существенному их удорожанию. В ряде лабораторий Советского Союза, США и ФРГ создаются быстрые циклические пузырьковые камеры, способные работать с частотой до 100 гц.

Совершенствуется аппаратура для автоматической обработки filmовой информации с трековых камер. При этом используются электронно-лучевые трубки с высоким разрешением, а также системы с механическим сканированием светового луча. Все шире в сочетании с такой аппаратурой применяются малые управляющие ЭВМ и специализированные процессоры. Для телевизионного съема информации с больших искровых и стримерных камер наиболее подходящими считаются плембиконы, чувствительность к свету у которых более чем в 10 раз выше чувствительности других трубок. Когда недостаточно и такой чувствительности, создаются дополнительные усилители света.

Существенное развитие получили быстродействующая электронная аппаратура и системы обработки экспериментальной информации в реальном масштабе времени. Счетная скорость триггера современных быстрых логических электронных схем 350 Мгц, задержка прохождения сигнала через вентиль 1 нсек (схемы серии МЕСЛ-III). В ближайшие годы ожидается дальнейшее улучшение этих параметров. Для запоминания больших объемов информации широко используются видеоманитные ленты, позволяющие записывать информацию со скоростью до 8 Мбит/сек. Чтобы принять решение о целесообразности регистрации экспериментальной информации, производится ее быстрая предварительная обработка с помощью специальных процессоров с фиксированными программами. Для окончательной обработки зарегистрированной информации наиболее целесообразным считается использование самых больших современных ЭВМ, которые имеют оперативные двусторонние связи с малыми ЭВМ, непосредственно участвующими в конкретных экспериментах. При правильной организации связей одна такая мощная ЭВМ может одновременно обслуживать несколько экспериментов.

Несколько обзорных докладов и частных сообщений было посвящено новейшим достижениям в развитии таких традиционных методов, как черенковские и сцинтилляционные счетчики. Конструкции черенковских счетчиков в значительной мере стабилизировались и к настоящему времени для пороговых и дифференциальных газовых счетчиков достигнуто разрешение  $\Delta\beta/\beta$  составляет  $(4 \div 6) \cdot 10^{-6}$ . Дальнейшее улучшение связано со значительным удорожанием ввиду сложности оптической системы и увеличения габаритов. В Станфорде (СЛАК) созданы счетчики полного поглощения с кристаллами NaI размерами  $40 \times 40 \times 40$  (в дюймах). Для электронов с энергией  $15 \text{ Гэв}$  получено разрешение, равное 0,7%.

Как большое достижение в развитии принципиально новых детекторов частиц отмечалось создание нитяного кристаллического счетчика частиц на твердом (замороженном) аргоне. Возможность создания такого детектора впервые была показана в экспериментах, выполненных в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ, и позднее подтверждена в Беркли (США). Многими специалистами высказывалось утверждение, что использование нитяных кристаллических счетчиков может сыграть существенную роль в развитии рентгеноструктурных исследований в биологии и медицине, так как позволит увеличить чувствительность и разрешающую

способность этого метода при одновременном существенном снижении доз радиационного облучения исследуемых объектов.

В заключение следует отметить, что советскими учеными и специалистами внесен существенный вклад в развитие новых методов детектирования частиц высоких энергий. Ведущие специалисты мира, выступившие на конференции с обзорами по основным направлениям данной области науки и техники, отметили, в частности, важность результатов, полученных советскими учеными и инженерами в работах по исследованию переходного излучения, созданию нитяного счетчика частиц на твердом аргоне, развитию методики истрочковых и стримерных камер, быстросействующих электронных схем, голографическому съему информации в трековых приборах. Участие советских специалистов в конференции позволило получить новейшую информацию о достижениях и опыте наших зарубежных коллег. Использование этого опыта и дальнейшего развитие широкого международного сотрудничества в данной области, несомненно, дадут новую важную научную информацию по физике атомного ядра и частиц высоких энергий.

Труды конференции предполагается издать в ближайщие месяцы.

ВАСИЛЬЕВ В. А.

## БИБЛИОГРАФИЯ

### Рецензии

Городинский С. М. Средства индивидуальной защиты для работ с радиоактивными веществами. Изд. 2-е. М., Атомиздат, 1973.

Рецензируемая книга представляет собой монографию, освещающую на современном научном уровне теоретические и экспериментальные исследования и практическое использование средств индивидуальной защиты (СИЗ) для работ с радиоактивными веществами. Она содержит введение, общую (первая глава) и специальную (вторая — десятая главы) части, библиографию, два приложения и предметный указатель.

Во введении к первой главе рассказывается об актуальности изучения и разработки СИЗ, особенно для случаев возможного поступления радиоактивных веществ внутрь организма человека; рассмотрены основные пути такого поступления, указано назначение и приводится классификация СИЗ.

Наиболее важный вопрос в создании СИЗ — исследование материалов, применяемых для конструирования СИЗ. Этому посвящена вторая глава. В ней даны методы исследования полимерных пленочных материалов на основе каучуков. Оправдано изложение в третьей главе методов физиолого-гигиенической оценки СИЗ, поскольку только такие исследования позволяют решать вопрос о возможности применения СИЗ в практике.

В четвертой главе на основе большого теоретического и экспериментального материала приведены результаты исследований, связанных с количественной

оценкой защитной эффективности, и показано, что СИЗ надежны и эффективны.

Главы пятая — девятая посвящены созданию и исследованию изолирующих костюмов для ремонтных и аварийных работ в условиях радиоактивного загрязнения, СИЗ органов дыхания для работ с радиоактивными веществами, спецодежды повседневной носки, перчаток, обуви и дополнительной пленочной спецодежды. Материалы этой части книги полно освещают исследование, которые предшествовали внедрению СИЗ в атомную промышленность. Показано, что разработанные в СССР СИЗ по своим эксплуатационным и защитным свойствам находятся на уровне мировых стандартов, а в ряде случаев превышают их.

В последней главе описаны способы дезактивации СИЗ, изготовленных из различных материалов (хлопчатобумажных, из лавсана, пленочных полимерных материалов и резины). Приводятся практические рекомендации по дезактивации.

Большое достоинство 2-го издания книги — исчерпывающая библиография (426 источников) и последовательное изложение оригинального материала. Книга очень хорошо издана, фактический материал наглядно иллюстрирован (86 рисунков, 47 таблиц). Она, несомненно, станет ценным научно-практическим руководством для работников, имеющих дело с радиоактивными веществами, для служб радиационной безопасности и санэпидстанций.

ЧИСТОВ Е. Д.