

(К. К. Шварц), современным понятиям и дозиметрическим единицам (И. Б. Кеprim-Маркус), физическим основам метода ТЛД (В. И. Готлиб). Большой интерес вызвали доклады о метрологическом обеспечении ТЛД (В. И. Фоминых, Н. Ф. Карякина, Ю. П. Бакулин). Серьезное внимание уделено отечественным и зарубежным системам ТЛД (З. А. Грант, В. Ю. Голиков, Д. Я. Губатова). В докладе Г. Х. Ротберга был изложен опыт рижского центра ТЛД по патентно-лицензионному обслуживанию в пределах СССР и за рубежом (товарный знак ТЕЛДЕ).

В СССР разработаны термолуминесцентные дозиметры ИКС, ТЕЛДЕ. Первый аттестован Госстандартом, второй подготавливается к аттестации. Задачей является их серийное производство. Участникам школы была представлена возможность ознакомиться с отечественными термолуминесцентными дозиметрами ИКС, ТЕЛДЕ, ИДМ-4 в работе.

Разработана промышленная технология изготовления термолуминесцентных детекторов на основе LiF (А. Д. Ворохобин). Начата работа по освоению промышленного выпуска ряда других типов ТЛД в НИИлюминофоров в Ставрополе. Интерес вызвал доклад В. А. Демиденко, предложившего технологию изготовления керамического LiF. Таким образом, имеется реальная перспектива оснащения учреждений и предприятий СССР отечественными системами ТЛД.

Последнее заседание было посвящено практическому применению ТЛД. Рассмотрено использование ТЛД для фантомной и внутриполостной дозиметрии (Р. В. Ставицкий). При аттестации и градуировке дозиметрической аппаратуры необходимо учитывать реальный энергетический спектр фотонного излучения в зависимости от условий облучения — в воздухе, на поверхности или в глубине тканеэквивалентного объекта.

В Латвийской ССР с 1970 г. существует лаборатория

ТЛД, ведущая централизованный дозиметрический контроль персонала медицинских учреждений, отдельных промышленных предприятий и научно-исследовательских институтов (Е. А. Немиро). Систематический индивидуальный дозиметрический контроль в течение ряда лет привел к существенному снижению лучевых нагрузок на персонал.

Применению ТЛД для индивидуального дозиметрического контроля на производстве радиоизотопной продукции посвящен доклад К. Н. Шалотенко. Участники школы считают необходимым организовать разработку автоматизированных систем ТЛД для оснащения планируемых центров индивидуального дозиметрического контроля. Методика определения лучевых нагрузок на пациентов при рентгенологических исследованиях с помощью ТЛД была изложена в докладе Н. И. Кирко.

Ю. А. Егоров рассказал о некоторых задачах дозиметрии в связи с развитием ядерной энергетики на примере анализа радиационной безопасности АЭС с ВВЭР и РБМК. Расширение строительства АЭС приводит к увеличению персонала и росту коллективных доз.

Для проектирования АЭС нужны экспериментальные данные по планируемой коллективной дозе. Наиболее удобным для получения таких данных является метод термолуминесцентной дозиметрии. Детекторы размещаются на отдельных видах оборудования и собирают информацию, которая позволяет использовать формальную математику для прогноза радиационной обстановки. Кроме того, ТЛД перспективны для контроля внешней среды. Удачный опыт такой работы на одной из АЭС совместно с Рижским медицинским институтом имеется.

Следующая Всесоюзная школа по термолуминесцентной дозиметрии состоится в Риге в 1984 г.

ГУБАТОВА Д. Я.

Советско-итальянский семинар по индивидуальному дозиметрическому контролю внешнего и внутреннего облучения

Семинар, организованный ГКАЭ СССР и КАЭ Италии (CNEN), проходил 14—18 апреля 1980 г. в Лаборатории санитарной физики при Вычислительном центре CNEN в Болонье и в Исследовательском центре CNEN в Касачче. Он включал в себя осмотр лабораторий, дискуссии по выполняемым в них работам, доклады и дискуссии по ним. Обе стороны представили по пять докладов.

Доклады советских специалистов были посвящены следующим вопросам: организация радиационного контроля на ускорительных установках ОИЯИ в Дубне и ИФВЭ ГКАЭ в Серпухове; аварийная дозиметрия β -, γ -нейтронного излучений; оценка поступления и содержания плутония в организме человека путем анализа биологических проб; отдаленные последствия поражения трансураниевыми элементами. Итальянские ученые сообщили о научной и организационной деятельности лабораторий санитарной физики по дозиметрическому обеспечению предприятий CNEN; проблематике Отдела радиационной защиты центра в Касачче; о получении монодисперсных аэрозолей и исследовании их поведения в органах дыхания; зависимости доза-эффект радиационного канцерогенеза у животных; о радиобиологических экспериментах с быстрыми нейтронами.

Советская делегация была подробно ознакомлена с работой ряда лабораторий (метрологии, физики, радиопатологии, радиотоксикологии, санитарной физики). Ниже приводятся наиболее интересные результаты деятельности отдельных лабораторий.

В лабораториях физических исследований итальянские ученые занимаются разработкой методов дозиметрии, в частности индивидуальной дозиметрии быстрых нейтро-

нов, а также методов обнаружения малых концентраций примесей делящихся нуклидов в пробах внешней среды. В связи с этими задачами основное внимание было уделено ознакомлению с методами детектирования треков осколком деления и α -частиц. Для регистрации осколков деления применяют поликарбонатные пленки с последующим электрохимическим травлением их и подсчетом треков автоматическим искровым счетчиком. Используемые пленки практически не имеют фона, с их помощью измеряют дозы, составляющие $\sim 10^{-3}$ мрад тепловых и несколько миллирад быстрых нейтронов. Эта методика позволяет определять в пробах окружающей среды (горных породах, грунтах и т. п.) 0,2 части делящегося нуклида (например, плутония) на 10^9 частей других элементов.

Для регистрации α -частиц используют способ, при котором слабо заметные треки становятся хорошо различимыми. Это достигают, прикладывая высокий электрический потенциал к пластинке облученного пластика. Получающиеся следы (в виде звезды) уже легко обнаружить при просмотре пленок на простом микроскопе с малым увеличением. Используя эти методы регистрации осколков деления и α -частиц, можно выделять плутоний на фоне урана в пробах внешней среды.

В лаборатории радиотоксикологии проводят исследования уровней облучения населения, изучают экологические цепочки миграции радионуклидов, радиотоксикологию плутония и трития, влияние плутония на саркомогенез у животных, разрабатывают методы определения низких концентраций радионуклидов в организме.

В лаборатории имеются спектрометры излучения чело-

ля уровней внутреннего облучения персонала и, во-вторых, для исследования метаболизма меченых стабильных элементов, имитирующих поведение радионуклидов в организме. Содержание ^{239}Pu измеряют детектором, состоящим из двух кристаллов: NaI(Tl) размером $125 \times 0,5$ мм и CsI(Na) размером 125×50 мм. Для определения содержания γ -излучателей используют кристалл NaI(Tl) размером 200×100 мм. Минимально детектируемая активность (МДА) ^{239}Pu в легких составляет 12 нКи*. Если присутствует смесь ^{239}Pu и ^{238}Pu , то МДА составляет 6—7 нКи, а при измерении ^{239}Pu по излучению ^{241}Am МДА составляет 0,1 нКи. Для ^{137}Cs и ^{144}Ce МДА равна соответственно 4 и 10—15 нКи.

В лаборатории радиотоксикологии разрабатывают методы определения внутреннего облучения человека и животных, а также содержания в биопробах (выделениях и тканях организма) урана, тория, ^{238}Pu и ^{239}Pu , ^{237}Np , трития, ^{90}Sr , ^{210}Po , ^{226}Ra и др. Для этих целей широко используется метод распределительной хроматографии с применением микропористого полиэтилена в сочетании с органическими экстрагентами. Метод жидкого спинтллятора позволяет обнаруживать 1—2 нКи ^{239}Pu при измерении пробы в течение 100 мин. Идентификацию и измерение плутония проводят с помощью альфа-спектрометра фирмы ORTEC (США); МДА ^{239}Pu составляет 10^{-15} Ки в пробе (1 л мочи) при экспозиции 5—6 ч. Для приготовления счетных образцов плутоний выделяется путем электролиза на стальную мишень в течение 2 ч при токе 800—1200 мА или в течение 5 ч при токе 600 мА.

Основными задачами лаборатории санитарной физики в Болонье являются индивидуальный дозиметрический контроль и аварийная дозиметрия персонала предприятий CNEN.

Для контроля облучения всего тела используют плечные дозиметры, кистей рук — термолюминесцентные дозиметры из BeO (керамики), которые размещают в перстнях или браслетах. Для измерения дозы быстрых нейтронов (0,7 — 14 МэВ) применяют широко известный метод тонкослойных ядерных эмульсий с подсчетом треков с помощью микроскопа (метод Чека в первоначальном виде). Дозу медленных нейтронов определяют с помощью фотоэмульсии с кадмиевым фильтром.

Пленочный дозиметр для определения дозы рентгеновского и γ -излучений состоит из двух фотоэмульсий различной чувствительности и двух типов конденсирующих фильтров из свинца и олова. Определяя отношение почернений под соответствующими фильтрами, можно оценить эффективную энергию падающего излучения. В зависимости от полученного результата используют соответствующую градуировочную кривую, что позволяет уменьшить зависимость показаний от энергии излучения до $\pm 10\%$ в диапазоне энергий фотонов 30—1250 кэВ.

* 1 Ки = $3,700 \cdot 10^{10}$ Бк.

Кассеты с пленкой и ядерными эмульсиями собирают вручную. Номер на каждую пленку наносится при сборке с помощью специального устройства. Кассеты заваривают в полиэтиленовую пленку на специальной машине. Пленки проявляются автоматически партиями по 800 штук. Проявленные пленки также автоматически приклеивают на перфоленту для просмотра на автоматическом денситометре. Номер дозиметра и показания (оптическая плотность и число треков для ядерных эмульсий или показания термолюминесцентных дозиметров) печатаются на картах и вводятся в ЭВМ для статистической обработки. Центральная память содержит всю информацию: контролируемый контингент, типы используемых дозиметров, результаты измерений. Память можно опрашивать через индекс или потребителя, или дозиметра. В распоряжении лаборатории имеются все сведения за предыдущие 12 мес. В перспективе специалисты CNEN считают целесообразным для повседневной дозиметрии заменить фотоэмульсию термолюминесцентными дозиметрами, так как это открывает возможность автоматизации процесса определения дозы.

Большой интерес представляют работы лаборатории санитарной физики в области получения монодисперсных аэрозолей и изучения их свойств, а также исследовании распределения аэрозолей в дыхательном тракте человека и животных. Создан конденсационный генератор твердых монодисперсных аэрозолей из парафина или карнаубского воска, ядрами конденсации служат пары хлорида натрия. Счетный медианный аэродинамический диаметр аэрозолей колеблется в пределах 0,22—2,2 мкм. Стандартное геометрическое отклонение изменяется от 1,02 до 1,08 для карнаубского воска и от 1,04 до 1,13 для парафина. Размер образующихся аэрозолей можно регулировать, например, изменяя температуру процесса.

Изучено отложение частиц монодисперсного аэрозоля (диаметр частиц 0,3 — 1,1 мкм) в органах дыхания добровольцев в зависимости от заряда, который несут эти частицы. Показано, что отложение возрастает на 15—30% по сравнению с отложением незаряженных аэрозолей. Установлена также зависимость отложения от скорости дыхания. В этой же лаборатории создан инерционный спектрометр аэрозольных частиц, позволяющий разделять полидисперсные аэрозоли и получать их характеристики.

Представляет интерес работа, посвященная особенностям биологического действия нейтронов в диапазоне энергий 1—600 МэВ. В этой работе экспериментально изучали воздействие нейтронов с такой энергией на гонды и хрусталик глаза мышей. Эффекта сильных взаимодействий нейтронов высоких энергий не обнаружено. В области энергий нейтронов 15—600 МэВ относительная биологическая эффективность практически не изменяется и равна 2,1—2,3.

Семинар прошел успешно. Обе стороны использовали возможность обмена мнениями и получили полезную научную информацию.

БОЧВАР И. А.

АТОМИЗДАТ

Худ. ред. А. Т. Кирьянов Тех. ред. О. Н. Адакшина Корректор М. В. Косарева

Сдано в набор 04.08.80. Подписано к печати 22.09.80. Т-15290. Формат 84×108^{1/16}.
Гарнитура обыкновенная. Печать высокая. Усл. печ. л. 6,72. Уч.-изд. л. 9,47. Тираж 2640.
Зак. изд. 79816. Зак. тип. 0938. Цена 1 руб.

Ордена Трудового Красного Знамени Московская типография № 7 «Искра революции»
Союзполиграфпрома Государственного Комитета СССР по делам издательств,
полиграфии и книжной торговли.
Москва 103001, Трехпрудный пер., д. 9.