

зывать последовательные многокаркасные системы, а также комбинацию последовательной и ветвевой систем. На расстояния в несколько километров информация передается лазерным лучом.

Два доклада П. Галлиса (Франция) и Л. Станки (Италия) были посвящены разработкам контроллеров каркаса на основе микропроцессора ИНТЕЛ 8080. Первый контроллер находится в основном каркасе и занимает три станции, второй расположен в специальном каркасе вместе с проверочной аппаратурой. Такие контроллеры могут использоваться как в полностью автономных системах, так и в системах, являющихся терминалами ЭВМ.

Из представленных на симпозиуме драйверов ветви следует отметить разработанный в Венгрии драйвер для ЭВМ ЕС 1010. Он согласован с системой команд ввода — вывода этой ЭВМ и может производить автономный обмен блоками данных.

Распространение методов ядерной электроники на другие области науки и техники. Обзор развития ядерной радиоэлектроники за 25 лет ее существования сде-

лал Э. Гатти (Италия). Он отметил основные достижения западных ученых в области создания схем совпадений, амплитудных анализаторов, наносекундной электроники, маломощного усиления и т. д. По мнению докладчика в настоящее время ядерная электроника как наука может удовлетворить все потребности физического эксперимента. Задача состоит только в создании более комплексных систем. Дальнейшее развитие ядерной электроники зависит от появления новых типов детекторов излучения. Поэтому сейчас делается упор на перенос методов ядерной электроники в другие области науки и техники. Очень подходящими для ряда направлений оказались методы маломощного усиления сигналов и их спектротрической обработки.

Одновременно с симпозиумом действовала выставка новой аппаратуры для физических исследований, в которой участвовали основные фирмы западных стран. Большая часть аппаратуры была выполнена в стандарте КАМАК. Труды симпозиума будут изданы Евратомом.

СИНАЕВ А. Н.

Основные итоги апрельской сессии МКРЗ

С 7 по 17 апреля 1975 г. в Брайтоне (Англия) состоялась очередная сессия Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ). В работе Главной комиссии МКРЗ и ее четырех комитетов участвовало более 60 ученых, работающих в области радиационной защиты, дозиметрии ионизирующих излучений, радиобиологии, генетики и радиационной медицины. От СССР в работе МКРЗ приняли участие Е. Е. Ковалев, П. В. Рамзаев и А. А. Моисеев.

Основное внимание на сессии было уделено рассмотрению проекта рекомендаций МКРЗ по допустимым уровням облучения, который, как предполагается, будет издан в 1977 г. и заменит старые рекомендации (Публикация № 9, 1966 г.). Новые рекомендации, основанные на концепции беспорогового действия ионизирующих излучений и линейной зависимости между дозой и биологическим эффектом, будут включать новую и упрощенную систему допустимых уровней облучения (дозовых пределов), а также информацию о биологическом действии ионизирующих излучений и риске возникновения соматико-стохастических и генетических эффектов у человека. При рассмотрении этого документа были детально обсуждены различные данные о влиянии фактора протрагирования и ЛПЭ на выход генетических и соматических эффектов, радиочувствительности зародыша и плода человека, действия нескольких радиационных факторов, метаболизма различных радионуклидов и т. п. Большой интерес вызвали сведения о более высоком выходе генетических эффектов у человека, основанные на информации о соотношении доза — эффект для специфических локусных мутаций у мышей, а также на новых данных об относительной значимости доминантных и рецессивных мутаций в генезисе некоторых эффектов, о возникновении хромосомных aberrаций в зародышевых клетках человека. Проведенные оценки показали, что для мужчин отношение соматического риска к генетическому при однородном общем облучении тела составляет примерно 1:1 (ранее считалось, что это отношение составляет примерно 3:1). Для женщин соматический риск примерно вдвое выше вследствие исключительно высокой

радиочувствительности грудной железы. Частота возникновения рака груди у облучаемых женщин будет в 6—7 раз выше, чем лейкемий. Во время обсуждения проекта были рассмотрены проблемы нормирования медицинских рентгенорадиологических процедур, учета отдельных компонентов естественного радиационного фона, сложения радиационного и нерадиационного риска, а также единицы доз ионизирующего излучения (в частности, многие высказывались против введения новых единиц «грей» и «зиверт»). Учитывая расхождения в оценках риска возникновения отдаленных последствий действия ионизирующих излучений, Комиссия поручила рабочей группе первого комитета еще раз проанализировать данные многолетних наблюдений за людьми, облученными в результате атомной бомбардировки Хиросимы и Нагасаки.

Кроме проекта о допустимых уровнях облучения Главная комиссия и комитеты МКРЗ подробно обсуждали проекты других публикаций по различным вопросам радиационной безопасности. В частности, четвертый комитет, в обязанности которого входит разработка практических рекомендаций, подготовил к изданию четыре новых публикации:

1. «Радиационная безопасность на урановых и не-урановых рудниках», в которой рассмотрены основные радиационные факторы, обуславливающие риск для здоровья людей, работающих в шахтах; роль этих факторов в формировании поглощенной дозы и возникновения рака легких; допустимые уровни внешнего и внутреннего облучения; защитные мероприятия, направленные на снижение профессиональной заболеваемости; вопросы организации медицинского наблюдения за шахтерами; методы измерений концентраций радона и дочерних продуктов его распада. В приложениях кратко изложены основные физические характеристики радона, данные о сдвиге равновесия между радоном и продуктами его распада в рудничной атмосфере, сведения о дисперсности пыли в шахтах.

2. «Принципы и методы оказания первой помощи при аварийном облучении работающих с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излу-

ний», где приведена классификация условий аварийного облучения, рассмотрены мероприятия клинического и административного характера при различных случаях переоблучения, приведены методы дозиметрических измерений, перечислены основные мероприятия по оказанию первичной медицинской помощи.

3. «Оценка степени радиационной безопасности планируемых и аварийных выбросов радиоактивных веществ во внешнюю среду», посвященная методологическим аспектам оценки опасности загрязнения внешней среды жидкими и газообразными выбросами радиоактивных веществ с учетом миграции радионуклидов по пищевым цепочкам. Эта публикация может быть использована

при оценке популяционных доз облучения населения, проживающего вокруг АЭС и предприятий атомной промышленности, расчетах предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ во внешнюю среду, разработке аварийных мероприятий и т. д.

4. «Рекомендации по обеспечению радиационной безопасности при хранении, применении и удалении открытых радиоактивных веществ в больницах и медицинских научно-исследовательских учреждениях».

Все эти публикации будут изданы в 1976 г. издательством «Пергамон Пресс» на английском языке.

МОИСЕЕВ А. А.

Третий европейский конгресс МАРЗ

С 13 по 16 мая 1975 г. в Амстердаме работал Третий европейский конгресс Международной ассоциации радиационной защиты (МАРЗ). В нем приняло участие около 500 специалистов из 24 европейских и 5 неевропейских стран. Главной темой конгресса был анализ критериев радиационной безопасности.

На конгрессе работали 13 секций. Основным видом сообщения был доклад, суммирующий данные 4—7 работ, который затем сопровождался общей дискуссией. Небольшая часть докладов, в том числе доклады А. К. Гуськовой, Л. А. Ильина и В. Н. Лысцова, была принята для полного изложения.

На пленарных заседаниях были прочитаны весьма интересные обзорные сообщения. В. Якоби (ФРГ) рассмотрел риск соматических эффектов при воздействии ионизирующей радиации, причем основное внимание уделил стохастическим эффектам, и прежде всего радиационному канцерогенезу. Именно эти эффекты обуславливают выбор предельно допустимых доз. Докладчик привел результаты анализа обширного статистического материала по индукции опухолей у людей, перенесших атомную бомбардировку в Хиросиме и Нагасаки. Смертность от лейкемии достигла максимального уровня к 1955 г. Последние 15 лет отмечается увеличение частоты рака легких, груди, щитовидной и слюнных желез. В связи с большим латентным периодом этих видов рака частота заболеваний должна повышаться. Можно ожидать, что отношение частоты этих видов рака к частоте лейкемии будет равно примерно 5. Абсолютное значение риска для всех видов опухолей составляет около 150 ± 50 случаев на бэр на 10^6 человек. Данная цифра относится к облучению с высокой мощностью дозы и для протрагированного облучения ее следует снизить, как свидетельствуют эксперименты на животных, в 3—5 раз.

Приведенные результаты, сообщил В. Якоби, должны быть учтены в рекомендациях МКРЗ. В частности, ПДД для всего тела должна быть установлена заметно меньшей, чем ПДД для костного мозга. Концепция критического органа должна быть заменена подходом, в котором учитываются дозы для самых различных органов и их относительная радиочувствительность. Новейшие экспериментальные данные показывают, что вновь должно быть пересмотрено предположение о линейном характере зависимости риск — доза для канцерогенеза. Фундаментальные радиобиологические эксперименты позволяют предполагать, что при малых дозах действительная величина риска оказывается значительно ниже, чем это следует из линейной гипотезы. Преж-

де всего, если для плотно ионизирующей радиации (нейтронного излучения, например) линейная зависимость доза — эффект может быть обоснованной, то для редко ионизирующей радиации она имеет ярко выраженный квадратичный характер. С этим связано заметное возрастание ОБЭ нейтронов при уменьшении дозы. Соотношение доза — эффект для риска возникновения лейкемии у жителей Нагасаки подчиняется следующему уравнению: $R = \beta D^2$, где $\beta = 0,003$ случая на бэр² в год на 10^6 жителей. Из этого соотношения при низких дозах мы получим заметно меньший риск лейкемии, чем исходя из линейной гипотезы.

Другим существенным моментом является зависимость длительности латентного периода ракового заболевания от дозы и ее мощности. При их снижении, как свидетельствуют эксперименты на животных и ряд медицинских статистических данных для человека, латентный период увеличивается и начиная с определенных доз превышает нормальный срок жизни организма. Таким образом, даже при линейной теоретической зависимости доза — эффект будет существовать пороговая доза, ниже которой раковая опухоль возникать не может, так как время ее индукции превышает срок жизни индивидуума. Для больших интегральных доз, однако, и квадратичная, и линейная аппроксимация дают примерно одинаковую величину риска. Так, для дозы 250 бэр (5 бэр в год за 50 лет) уровень риска составит 1%. В связи с этим необходимо добиваться снижения среднего уровня облучения персонала.

Известно, что одним из наиболее канцерогенных радиоактивных веществ является плутоний. Биологическим последствием накопления ²³⁹Pu в теле человека был посвящен доклад Д. Веннарта (Англия). Он сообщил, что сейчас в Англии пересматриваются в сторону понижения нормы ПДП плутония для нерастворимых частиц, проникающих через дыхательные пути. Прежние нормы во многом базировались на результатах экспериментов с радием. Веннарт отметил несоответствие норм МКРЗ для различных по растворимости соединений плутония, а также отсутствие сведений о врожденных заболеваниях детей, родители которых работают с плутонием. Большую неуверенность в величине ожидаемого эффекта обуславливают крайне неравномерное распределение передаваемой энергии излучения. Во втором комитете МКРЗ нормирование поступления плутония в настоящее время подвергается тщательному пересмотру.

Оценке уровней генетического риска были посвящены доклады К. Санкаранараянана (Голландия), уде-