

# Современный подход к радиационной метрологии

Х.Х. Эйзенлор\*

Возрастающее внимание общественности к вопросам ядерной безопасности вызывает потребность в надежных и точных измерениях доз радиации. Обеспечение радиационной безопасности предполагает защиту не только человека, но и окружающей его среды и охватывает все виды деятельности, в которых преднамеренно используются ионизирующие излучения, включая радиотерапию и промышленную обработку излучением.

Понимая значение надежного измерения излучений, МАГАТЭ начало осуществлять программу по дозиметрии вскоре после ее создания. В 1960 г. лаборатория Агентства разработала и создала калориметр поглощенной дозы, исходя из того, что в то время не было ни национальных, ни международных норм поглощенной дозы. Через семь лет МАГАТЭ создало секцию дозиметрии, основной задачей которой стало — консультировать государства-члены в деле применения известных методов и процедур измерения ионизирующих излучений и калибрования дозиметров. Осуществляемая Агентством в течение 23 лет программа по дозиметрии усилила среди радиотерапевтов и других специалистов, применяющих излучения, понимание необходимости в надлежащей дозиметрии и помогла существенно поднять уровень точности дозиметрических измерений во всем мире.

За последние годы быстро развивается ядерная деятельность во многих развивающихся странах. Ядерные методы применяются в медицине (диагностика и терапия), сельском хозяйстве, биологии, гидрологии и промышленности. Эти виды деятельности требуют для работников, связанных с излучениями, надежной службы радиационной защиты и оборудования для калибрования и проверки дозиметров. Такое оборудование должно позволять калибровать надлежащим образом источники излучения и эталонные дозиметры, и быть связано со всемирной дозиметрической системой с тем, чтобы обеспечить калибрование измерений по отношению к первичным стандартам радиации. Возникновение таких проблем во многих развивающихся странах привело к созданию сети дозиметрических лабораторий вторичных стандартов (ДЛВС) МАГАТЭ/ВОЗ.

\* Г-н Эйзенлор — руководитель Секции дозиметрии в Отделе естественных наук МАГАТЭ.

## Возрастающая потребность в точной дозиметрии

Теперь, пожалуй, невозможно назвать людей, которые впервые изложили концепцию создания дозиметрических лабораторий вторичных стандартов. Однако имеются документы, свидетельствующие о том, что в 1967 г. сотрудники секции дозиметрии МАГАТЭ обсуждали идею создания региональных дозиметрических центров для стран Латинской Америки и для районов Дальнего Востока и Тихого океана, и возможности участия в этом Агентства. Эта идея стала более осязаемой при подготовке совещания экспертов МАГАТЭ по дозиметрическим требованиям к радиотерапевтическим центрам и на самом этом совещании, проходившем в Каракасе, Венесуэла, в 1968 г. Стало очевидным, что в Латинской Америке тысячи больных раком подвергались действию ионизирующего излучения без соответствующего дозиметрического контроля. Было обнаружено также, что в этом и других районах мира нет лабораторий, способных (и имеющих для этого необходимое оборудование) проводить дозиметрическое калибрование. Работа совещания вызвала интерес к данной проблеме у Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), которая была приглашена принять в нем участие. В результате МАГАТЭ и ВОЗ взяли на себя инициативу по пропагандированию идеи региональных дозиметрических центров и по оказанию развивающимся странам помощи в их создании.

В период между 1968 г. и 1975 г. ВОЗ определила семь лабораторий в качестве региональных эталонных центров по вторичным стандартам радиационной дозиметрии. Они находятся в Аргентине, Иране, Мексике, Нигерии, Румынии, Сингапуре и Таиланде. Еще одна лаборатория была определена Агентством в качестве ДЛВС в Бразилии. Однако, ввиду быстро растущей во всем мире потребности в еще более надежной и точной дозиметрии, становится очевидным, что количество региональных центров дозиметрических эталонов, определенное первоначальной концепцией, оказалось недостаточным. Уже в начале 70-х годов выяснилось, что, по меньшей мере, еще десять стран рассматривают возможность создания дозиметрических лабораторий для калибрования дозиметров; используемых в радиотерапии и радиационной защите.

## Насущная потребность

Дозиметрическая лаборатория Агентства установила тесные контакты с некоторыми лабораториями

первичных стандартов в целях создания службы взаимосравнения доз по почте для радиотерапевтических центров в развивающихся странах. Встречи с представителями этих лабораторий показали, что необходимость создания дозиметрических лабораторий вторичных стандартов обуславливается тремя следующими основными соображениями:

— полное отсутствие в развивающихся странах калибрующих установок;

— лаборатории первичных стандартов промышленно развитых стран не справляются более с быстро увеличивающимся объемом работ по предусмотриваемым законом калибровкам и по испытаниям новых дозиметров;

— как в развивающихся, так и в развитых странах чувствуется желание установить связь между первичной системой измерений и пользователем ионизирующих излучений с помощью лабораторий, которые занимались бы конкретными проблемами пользователей и связывали бы их с первичными дозиметрическими стандартами.

Для того, чтобы ДЛВС могли выполнять эту метрологическую функцию, было предложено создать международную сеть таких лабораторий, работу секретариата которой выполняли бы совместно МАГАТЭ и ВОЗ. Нескольким дозиметрическим лабораториям первичных стандартов было предложено включиться в эту сеть в качестве присоединившихся членов с целью оказания необходимой технической помощи. Это предложение было основным в рекомендациях, представленных группой экспертов совместному совещанию МАГАТЭ и ВОЗ, проведенному в 1975 г. в Рио-де-Жанейро. В ноябре 1976 г. указанные организации создали сеть ДЛВС. Были разработаны и разосланы государствами-членами МАГАТЭ и ВОЗ „Критерии создания дозиметрической лаборатории вторичных стандартов“.

Необходимость в такой сети лучше всего подтверждается тем фактом, что в течение нескольких месяцев в нее были включены около 25 лабораторий. В настоящее время сеть включает 45 лабораторий (30 из них находятся в развивающихся странах). Ее поддерживают 12 присоединившихся национальных лабораторий первичных стандартов и пять международных организаций. Консультативная



Автоматический круг для быстрой установки фильтров, необходимых при определении чистоты рентгеновского излучения.

группа из 11 экспертов помогает секретариату сети в решении технических вопросов. Дозиметрическая лаборатория Агентства в Зайберсдорфе, располагающая современным калибровочным оборудованием, является центральной лабораторией сети.

#### Техническое сотрудничество

В период с 1979 г. по 1982 г. в соответствии с программой Агентства по техническому сотрудничеству была оказана поддержка 23 ДЛВС в разви-

Таблица 1. Страны, получающие техническую помощь по проектам ДЛВС (1979—1982 гг.)

Регион	Африка	Азия и Тихий океан	Латинская Америка	Ближний Восток и Европа
Страны	Алжир Гана Судан	Индонезия КНДР Южная Корея Малайзия Пакистан Таиланд	Боливия Бразилия Чили Колумбия Куба Эквадор Перу Уругвай Венесуэла	Болгария Греция Иран Израиль Португалия Турция
Техническая помощь, расходы (в долл. США)	77 828	526 207	554 664	234 623

Таблица 2. Страны, в которых проводились дозиметрические калибровки

Регион	Африка		Азия и Тихий океан		Латинская Америка		Ближний Восток и Европа	
Страны	Египет	1980	Индонезия	1979	Аргентина	1979, 1982	Болгария	1981
	Гана	1980	Малайзия	1979	Боливия	1979, 1982	Кипр	1981
	Либерия	1980	Сингапур	1979	Бразилия	1979, 1982	Румыния	1981
	Нигерия	1980	Таиланд	1979	Чили	1982	Турция	1981
	Сьерра-Леоне	1980			Колумбия	1982	Югославия	1981
					Куба	1982		
					Эквадор	1982		
					Гватемала	1982		
					Мексика	1979, 1982		
					Перу	1982		
					Уругвай	1982		
					Венесуэла	1979, 1982		

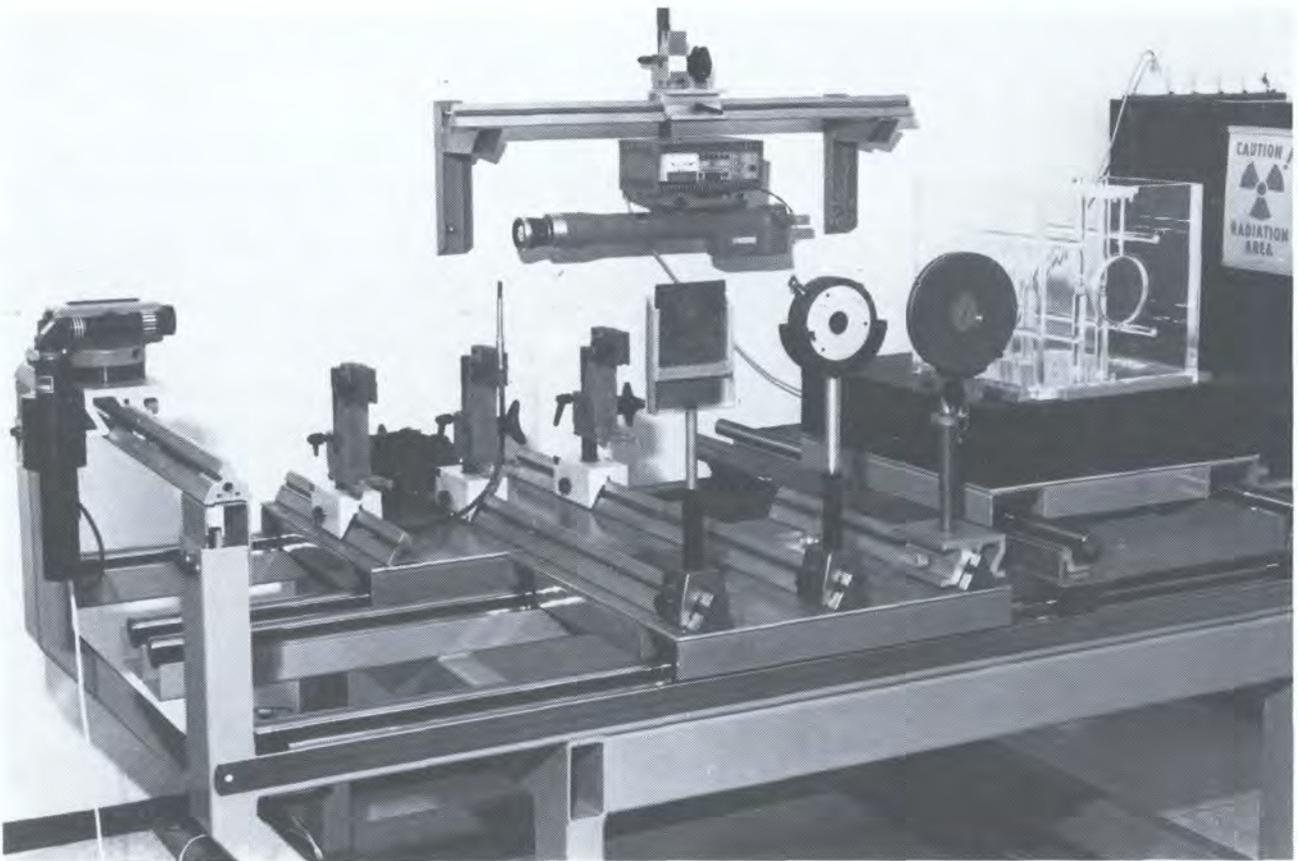
вающихся странах. Еще пяти лабораториям будет оказана помощь в 1983 г. Общая сумма израсходованных в 1979–1982 гг. на такую помощь средств составила 1,5 млн. долл. США (табл. 1). Дозиметрическая лаборатория Агентства, персонал которой составляет лишь три человека, играет очень большую роль в осуществлении программы технического сотрудничества. Она организует и проводит ежегодные взаимные сравнения доз лабораторий-участниц сети ДЛВС. В проведенном недавно взаимном сравнении доз с участием 22 лабораторий среднее отклонение дозы, указанной лабораторией, от дозы, измеренной дозиметрической лабораторией Агентства составило 1,6 % (у 16 ДЛВС разница оказалась меньше 2 %). Такое взаимосравнение доз представляет ДЛВС превосходную возможность контролировать результаты своей работы и дает им ощущение принадлежности к единой организации.

Дозиметрическая лаборатория Агентства принимает также персонал ДЛВС для подготовки. В 1982 г. подготовку в объеме 11 человеко-месяцев прошли пять специалистов из Индонезии, Корейской Народно-Демократической Республики, Пакистана и Таиланда. Персонал дозиметрической лаборатории совершает поездки, связанные с осуществлением

технического сотрудничества (9 человеко-месяцев в 1982 г.), и по программе межрегиональной дозиметрии (табл. 2). Эти визиты осуществляются почти во все ДЛВС, и они приносят им огромную пользу. Они дают возможность посещаемым лабораториям провести не только непосредственную калибровку их дозиметрических стандартов, но и обсудить конкретные проблемы каждой лаборатории. Эта работа нацелена на интегрирование лабораторий-участниц сети ДЛВС во всемирную дозиметрическую систему и на поддержание их профессионального уровня.

Дозиметрическая лаборатория Агентства оказывает техническую помощь ДЛВС и другим путем. Дозиметрическое калибрование требует специального лабораторного оборудования, которого нет в продаже, а если и есть, то стоит оно очень дорого. В связи с этим персонал дозиметрической лаборатории сконструировал ряд устройств специально для использования в ДЛВС. К ним относятся установочная тележка со скамьями, на которых дозиметры могут двигаться в трех измерениях для точной установки в калибровочном пучке; стандартный флексигласовый резервуар с водой для измерений на фантомах и автоматический фильтровый круг для быстрой установки набора фильтров, тре-





Тележка, разработанная сотрудниками Зайберсдорфской лаборатории Агентства, для точной установки дозиметров в калибровочном пучке благодаря возможности перемещения в трех измерениях. Справа на рисунке находится стандартный плексиглазовый резервуар с водой для измерений на фантомах.

бующихся для определения чистоты рентгеновского излучения. Эти устройства производятся механической мастерской Зайберсдорфской лаборатории Агентства или местными фирмами, и их можно приобрести через МАГАТЭ по приемлемой цене.

### Признанная система

Задачи и функции ДЛВС в разных странах могут быть различными. Но общее для них то, что они являются национальными или региональными лабораториями, назначенными правительством для проведения измерений по дозиметрическому калиброванию на уровне вторичного стандарта. Они могут также проводить измерения радиоактивности и работы, связанные с обеспечением дозиметрической чистоты. Большинство ДЛВС калибруют дозиметры, применяемые в радиотерапии и радиационной защите. Некоторые из них предоставляют услуги по индивидуальной дозиметрии и выполняют работы по обеспечению чистоты излучения для радиотерапевтических и диагностических рентгеновских установок. Некоторые передовые ДЛВС проводят исследования по дозиметрии и оказывают услуги в проведении взаимосравнения доз по почте для больниц, занимающихся радиотерапией. МАГАТЭ надеется, что через несколько лет такие услуги будут предоставляться

многими ДЛВС, что освободит дозиметрическую лабораторию Агентства от большей части работ в этой области.

ДЛВС созданы для устранения разрыва между лабораториями первичных стандартов и пользователями ионизирующих излучений. Во времена перехода к новой системе единиц измерения (система SI) они выполняют еще более важную роль в оказании радиотерапевтам помощи в получении точных доз.

Через шесть лет после ее создания Международным Агентством по атомной энергии и Всемирной организацией здравоохранения сеть ДЛВС стала признанной системой. Ее деятельность отмечается многими национальными лабораториями, профессиональными ассоциациями и международными организациями. Например, Международная организация законодательной метрологии (МОЗМ) создала секретариат, занимающийся вопросами ДЛВС, и готовит документ по калиброванию в дозиметрических лабораториях вторичных стандартов дозиметров, используемых в радиотерапии и смежных областях. В свою очередь, секретарь сети участвует в работе регулярных заседаний Секции I (измерение рентгеновских и гамма-лучей, электронов) Консультативного комитета по нормам измерения ионизирующих излучений, созданного Международным комитетом мер и весов.