

## Радиоактивное загрязнение биосферы в результате ядерных испытаний

Ядерные взрывы, произведенные с сентября 1961 г. по декабрь 1962 г., резко повысили радиоактивное загрязнение биосферы и, следовательно, дозы облучения человечества. Вместе с тем Комитет отметил, что после прекращения ядерных испытаний в атмосфере, космосе и под водой дальнейшее радиоактивное загрязнение окружающей среды приостановилось.

Почти все продукты деления, образовавшиеся в результате ядерных взрывов в 1961—1962 гг., были выброшены в стратосферу. В результате этих испытаний в конце 1962 г. общее количество  $Sr^{90}$  в стратосфере возросло примерно на 5 *Мюри* по сравнению с уровнем его содержания в середине 1961 г. На основе оценки экспериментальных данных Комитет в качестве среднего для всего земного шара времени пребывания смеси продуктов деления в стратосфере принял два года. В 1962 г. скорости выпадения долгоживущих радиоактивных осколков были в три раза выше по сравнению с периодом 1960—1961 гг., а в 1963 г. скорости выпадения были больше, чем в любом предыдущем году. В последующие годы темпы выпадения будут неуклонно замедляться.

Особое внимание было уделено  $J^{131}$ , поступление которого со свежим молоком может привести к облучению щитовидной железы. Взрослые лица получают значительно меньшие дозы, поскольку они потребляют меньше свежего молока, а щитовидная железа у них имеет большие размеры.

В большинстве районов умеренной зоны в северном полушарии средняя доза облучения щитовидных желез детей, употреблявших свежее молоко, равнялась в 1961 г. примерно 0,1 рад. Аналогичные дозы были

получены в 1962 г., в то время как в 1963 г. эти дозы были незначительными.

Оценка сравнительной опасности продуктов ядерных испытаний базируется на расчетах ожидаемых доз для гонад, клеток, непосредственно прилегающих к кости, и костного мозга, поскольку эти ткани, подвергаясь облучению, могут вызвать наследственные дефекты, костные опухоли и лейкоз соответственно. Под ожидаемой дозой подразумевается полная доза, которая будет получена соответствующими тканями после полного распада радиоактивных материалов, выброшенных в биосферу.

Комитет воздержался от какой-либо прямой оценки биологической значимости рассчитанных доз от радиоактивных выпадений. Однако другие данные, приведенные в его же докладе, позволяют утверждать, что ранее предполагавшаяся степень опасности была чрезмерно пессимистической.

Ю. В. СВИНЦЕВ

## ЛИТЕРАТУРА

1. A. B. Brill et al. *Annals Internal. Med.*, 56, 509 (1962).
2. R. H. Ritchie, G. S. Hurst. *Health Physics* 1, 390 (1959).
3. W. M. Court Brown. *Brit. Med. Bull.*, 19, 168 (1958).
4. N. G. Wald et al. *Progress in Hematology*, 3, (1962).
5. R. H. Bean. *Brit. Med. J.*, 11, 1552 (1960).
6. B. MacMahon. *J. Nat. Cancer Inst.*, 28, 1173 (1962).
7. J. W. Piefer et al. *J. Nat. Cancer Inst.*, 31, 1333 (1963).

## Атомная энергия в Японии

Делегация советских специалистов, принимавшая участие в работе II Японской национальной конференции по радиоизотопам, ознакомилась с научно-исследовательскими и промышленными организациями, которые применяют изотопы: Японской радиоизотопной ассоциацией, радиоизотопной школой Научно-исследовательского института атомной энергии, Институтом ядерных исследований Токийского университета, радиационной лабораторией Японской телеграфной и телефонной корпорации, корпорацией ядерного топлива и некоторыми другими организациями.

На Японский научно-исследовательский институт атомной энергии, в Токай, созданный в 1956 г., возложены обязанности вести исследования в области атомной энергии, проектировать, строить и эксплуатировать атомные реакторы, готовить специалистов, а также производить и распределять радиоизотопы. Этот институт является главным научно-исследовательским центром в области атомной энергии. Правительству Японии принадлежат 95% капитала, остальные 5% — частным предпринимателям. Годовой бюджет института приближается к 10 млрд. иен. Общая численность сотрудников института составляет около 1600 человек, в том числе в исследовательских отделах 772, технических службах 370, школах по радиоизотопам и ядерной технике 24, административных и строительных отделах 427.

Институт имеет два научно-исследовательских центра в Токай-Мура и Такасаки и строит центр в Оараи. В Такасаки проводятся исследования по промышленному применению излучений в радиационной химии (графт-полимеризация волоконистых материалов, полимеризация этилена и триоксана в твердой фазе), а также разработка методов облучения. В Такасаки имеется кобальтовая установка для облучения с двумя источниками активностью 700 и 16 000 *кюри* и два ускорителя Ван де Граафа на 2 и 5,5 *Мэв*; на первом из них проводят исследования по облучению электронами различных материалов. Ускорители также используются для исследования взаимодействия нейтронов с различными материалами.

В Токай имеется 7 ядерных исследовательских реакторов из 14 действующих в Японии (см. таблицу), горячая лаборатория с металлургическим и химическим отделением, где изучаются свойства облученных в реакторе конструкционных и делящихся материалов активностью до 10 000 *кюри* и линейный ускоритель на 20 *Мэв*, предназначенный для определения полных нейтронных эффективных сечений урана и исследования  $\gamma$ -излучения, образующегося при захвате нейтронов.

Научно-исследовательский центр в Оараи (близ Токай-Мура) предполагается ввести в эксплуатацию в конце 1966 г. В центре намечается построить реактор для испытания материалов тепловой мощностью 50 *Мвт*,

Реакторы Японии

Реактор	Тип	Мощность	Назначение	Место установки	Пуск
JRR-1	Обогащенный уран, обычная вода (типа «кипящий реактор»)	50 <i>квт</i>	Теоретические исследования, обучение	Токаи-Мура	1957 г.
JRR-2	Обогащенный уран, тяжелая вода (типа CP-5)	10 <i>Мвт</i>	Теоретические исследования, испытание материалов	»	1960 г.
JRR-3	Естественный уран, тяжелая вода	10 <i>Мвт</i>	Производство изотопов, технические исследования	»	1962 г.
JRR-4	Обогащенный уран, обычная вода (погружной реактор)	1 <i>Мвт</i>	Изучение защиты	»	1964 г.
JMTR		3 <i>Мвт</i>	Изучение горючего	Охарай-Махи	—
Реактор фирмы «Мицубиси электрик»	Обогащенный уран, обычная вода	30 <i>квт</i>	Обучение	Токаи-Мура	1965 г.
Реактор «Гото-Икуейкай»	Гидрид сплава уран—цирконий (типа TRIGA-2)	100 <i>квт</i>	Обучение и научное исследование	Кавасаки	1963 г.
Реактор фирмы «Хитачи»	Обогащенный уран, обычная вода (погружной реактор)	100 <i>квт</i>	То же	»	1961 г.
Реактор фирмы «Тосиба»	То же	30—100 <i>квт</i>	» »	»	1962 г.
Реактор Университета св. Павла	Гидрид урана—цирконий (TRIGA-2)	100 <i>квт</i>	» »	Иокосука	1961 г.
Реактор Университета в Кивки	Обогащенный уран (типа UTR)	0,1 <i>вт</i>	Обучение	Фуса	1961 г.
Реактор Университета в Киото	Обогащенный уран, обычная вода (бассейнового типа)	1 <i>Мвт</i>	»	Кумагори-Маги	1964 г.
JPDR	Обогащенный уран, обычная вода	12,5 <i>Мвт</i> (эл.)	Исследование силового реактора	Токаи-Мура	1963 г.
APCO	Естественный уран, графит (типа Колдер-Холл)	166 <i>Мвт</i> (эл.)	Производство электроэнергии	»	1965 г.

экспериментальный реактор-размножитель, а затем большой реактор-размножитель на быстрых нейтронах; в 1966 г. предполагается начать строительство энергетического реактора электрической мощностью 85—200 *Мвт*.

При институте имеются две школы: по радиоизотопам и ядерной технике.

Радиоизотопная школа открыта в 1958 г. в Токио. Школа готовит специалистов для работы с радиоактивными изотопами. В школе имеются 4-недельные основные курсы, 8-недельные курсы повышенного типа и специальные краткосрочные курсы. Программа основных курсов рассчитана на лиц, прослушавших университетские курсы по физике и химии. К концу 1964 г. в школе получили подготовку более 2000 человек. Кроме того, более 100 человек окончили курсы, организуемые один раз в год по поручению МАГАТЭ преимущественно для представителей стран Азии.

В июле 1963 г. было принято решение о создании радиоизотопного центра при Научно-исследовательском институте атомной энергии. Задачей центра является содействие в применении, производстве и распределении радиоизотопов, в подготовке кадров, а также сборе и удалении радиоактивных отходов и т. д.

Институт радиационной селекции Министерства сельского и лесного хозяйства основан в апреле 1960 г. в 20 км севернее Мито. Институт производит облучение продовольственных культур, грубых кормов, цветов, декоративных растений, фруктовых деревьев, чайных кустов, тутовых деревьев, технических культур и леса, а также проводит исследования по чувствительности растений к излучению, влиянию радиации на посевы и леса, экологическим изменениям почвенных микроорганизмов.

Основными сооружениями Института являются  $\gamma$ -поле и  $\gamma$ -оранжерея. Гамма-поле занимает площадь

в 2,8 га и представляет собой круг радиусом 100 м. Поле окружено защитной дамбой высотой 8 м. В центре поля на стальной башне установлен источник излучения из  $Co^{60}$  активностью 2000 кюри. Источник излучения помещен в свинцовый контейнер. Во время облучения источник по команде из пункта управления, находящегося в защитной дамбе, опускается до 2,6 м от земли. Облучение производится ежедневно в течение 20 ч. Гамма-оранжерея представляет собой восьмиугольник с площадью в 139 м<sup>2</sup> и радиусом 7 м. В центре оранжереи под землей помещен радиоактивный источник из  $Cs^{137}$  активностью 140 кюри. Источник во время облучения поднимается на высоту до 2 м над землей. Крыша и стены оранжереи покрыты полиэфиром.

Институт снабжен приборами для обнаружения радиоактивности, проведения физиологических и морфологических опытов в области радиационной биологии.

Фирма «Тосиба» («Токио сибаура электрик корпорейшн») в 1930 г. построила первый японский циклотрон. С 1953 г. фирма выпустила около 250 кобальтовых терапевтических установок, что составляет около 60% производства в стране. Одной из наиболее крупных терапевтических установок является установка ротационного типа (модель 1-107-3) с кобальтовым источником активностью 8000 кюри.

Кроме медицинских установок фирма выпускает кобальтовые установки для промышленной радиографии, радиационной химии, генетических исследований и т. д., разрабатывает и производит электронные синхротроны (на 170 Мэв), синхроциклотроны (на 65 Мэв), ускорители Ван де Граафа (последней разработкой является тандемный ускоритель 10 Мэв, построенный для Токийского университета), бетатроны с энергиями от 15 до 30 Мэв, электронные линейные ускорители на 4; 6 и 25 Мэв, генераторы нейтронов типа Кокрофта — Уолтона с выходом порядка  $10^{10}$  нейтр/сек.

На предприятиях этой фирмы разрабатываются и выпускаются дозиметры различных типов, полупроводниковые детекторы  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучения, 25 видов электронного оборудования, в том числе 128-, 256- и 512-канальные амплитудные анализаторы, усилители, пересчетные устройства, счетчики и другие виды регистрирующей аппаратуры для лабораторий и заводов, перерабатывающих ядерное топливо, атомных электростанций, различные типы счетчиков излучений.

С 1955 г. фирма «Тосиба» совместно с другими фирмами занимается разработкой и строительством ядерных реакторов и критических сборок (тяжеловодного реактора JRR-3, погружного реактора ТТ-1, энергетического демонстрационного реактора JPDR, четырех критических сборок).

В 1956 г. создана Корпорация ядерного топлива, являющаяся правительственной организацией. Основными задачами корпорации являются организация работ по изысканию, добыче и обогащению урановых руд, экспорт и импорт ядерных материалов и горючего, производство и обработка ядерного горючего, регенерация отработанных твэлов. Корпорации принадлежат обогатительная установка производительностью 50 т руды в день, рафинировочная установка производительностью 30 кг металлического урана в день, лаборатории испытаний твэлов, ядерного горючего, плутония и строящаяся установка для переработки отработанных твэлов. Персонал корпорации насчитывает около 700 человек.

В связи с недостаточными энергетическими ресурсами в Японии уделяется много внимания ядерной энергетике. В соответствии с 20-летней программой развития к 1970 г. предполагается построить атомные электростанции общей мощностью 1 млн. кВт, а к 1980 г. до 6—8,5 млн. кВт, что составит около 12% мощности всех электростанций страны.

В 1965 г. фирма «Джапан атомик пауэр» в Токай-Муре ввела в строй атомную электростанцию электрической мощностью 160 тыс. кВт. Реактор этой станции работает на природном уране, имеет графитовый замедлитель и газовый теплоноситель ( $CO_2$ ).

В Японии имеется более 30 научных обществ, которые в той или иной мере занимаются вопросами использования атомной энергии, организуя обсуждение различных работ, подготовку кадров и т. п. Так, например, Японская радиоизотопная ассоциация, созданная в мае 1951 г., насчитывает более 2000 членов. Эта ассоциация распределяет радиоизотопы, полученные из-за границы и изготовленные на японских реакторах, организует сбор и хранение радиоактивных отходов, проводит учебные семинары, выпускает журнал «Радиоизотопы» и бюллетень «Радиоизотопные новости», издает книги.

А. С. ШТАНЬ

## Английские $\gamma$ -облучательные установки

Начиная с 1960 г. в Великобритании разрабатываются, строятся и эксплуатируются мощные производственные  $\gamma$ -установки для стерилизации сельскохозяйственного сырья, медицинских принадлежностей и других материалов. Работы по созданию и использованию установок возглавляются Уонтиджской радиационной лабораторией. Изготовление и монтаж установок производят под руководством специалистов этой лаборатории фирмы «Г. С. Марш», «Виккерс Армстронг энджиниринг» и «Ньюклеар кемикал плант».

В настоящее время эксплуатируется пять мощных  $\gamma$ -установок (четыре в Великобритании и одна в Австралии) и проектируются аналогичные установки для дезинсекции зерна по заказам Индии, Пакистана, Турции и Аргентины.

Построенные установки в основном предназначены для радиационной стерилизации различных изделий из металла и пластмасс, применяемых в медицинской

практике (иглы, шприцы, кетгут, перевязочные материалы и т. д.).

Прежде чем перейти к промышленному внедрению процессов радиационной стерилизации, в Уонтиджской радиационной лаборатории на опытно-промышленной  $\gamma$ -установке с источником из  $Co^{60}$  активностью до 500 000 кюри была проведена большая исследовательская работа по изучению радиационной стойкости различных материалов, оценке экономической эффективности разрабатываемых процессов, определению наиболее целесообразных условий осуществления процессов в промышленных масштабах.

Эта  $\gamma$ -установка (рис. 1) предназначена для облучения различных предметов в упаковке, перемещаемых автоматически по транспортеру в поле излучения с максимальной мощностью дозы до 300 тыс. рад/ч. В случае нарушения работы транспортера облучение сразу прекращается. Рама с облучателем в нерабочем поло-