

лившего основное внимание последствиям возникновения генов мутаций, и А. Леонарда (Бельгия), рассмотревшего данные по частоте хромосомных мутаций у человека.

Выяснение уровней биологического риска позволяет перейти к сопоставлению этого риска с выгодами от использования той или иной ядерной технологии. В дискуссиях наметились некоторые общие тенденции. Почти все выступавшие отвергли как нереальное и нелепое требование, чтобы атомная промышленность была промышленностью с нулевым уровнем риска. Риск, создаваемый внедрением ядерной энергетики, должен оцениваться не сам по себе, а в сравнении с тем риском, который создается альтернативными способами производства энергии. Атомное производство по-прежнему остается одной из самых «чистых» и безопасных отраслей промышленности.

В некоторых выступлениях оживленно обсуждалась возникающая в ряде западных стран необходимость ограничить воздействие определенных групп общественности и прессы на принятие решений по развитию атомной промышленности.

В противном случае решения будут приниматься на основе эмоциональных критериев. Так, К. Холмквист заявил, что сейчас в Швеции судьбы ядерной энергетики решают не соответствующие компетентные органы, а группа из 5–6 журналистов, пишущих на темы охраны внешней среды.

Большое внимание привлекла рекомендация МКРЗ обеспечивать настолько низкие дозы, насколько это оправдывается социальными и экономическими соображениями. В некоторых работах предприняты попытки сравнить затраты на снижение коллективной дозы с суммой убытков. Однако конкретные способы вычисления величины убытка и возможности использования результатов расчетов подверглись критике.

В одной из секций подробно обсуждались соотношения между первичными и производными стандартами радиационной безопасности. Отмечалось, что построение системы производных стандартов неизбежно требует моделирования взаимосвязей между индивидуумом и средой.

Значительное внимание было уделено проблемам дозиметрии, в особенности индивидуальной. Удалось добиться дальнейшего усовершенствования высокочувствительного ТЛД-дозиметра на основе $\text{CaF}_2 : \text{Dy}$. От вредных внешних воздействий (свет, влага, кислород, загрязнение и т. д.) кристаллы защищаются стеклянной капсулой. Среднегодовые дозы около 100 мР могут измеряться с точностью, превышающей 2%. М. Сохраби и К. Морган (США) сообщили об индивидуальном дозиметре для быстрых нейтронов на основе поликарбонатной пленки, подвергнутой электрохимическому протравливанию. Дозиметр обеспечивает диапазон от 1 мрад до 1000 рад. Причем благодаря высокой чувствительности отпадает необходимость использования делящихся материалов (нептуния или тория).

Ряд докладов был посвящен организации дозиметрической службы, автоматизации считывания и хранения информации. В. Кениг и Г. Шеель (ГДР) рассмотрели организационные меры, способствующие систематическому снижению малых доз у персонала медицинских учреждений.

Среди других следует отметить проблемы фоновой радиоактивности (особенно радиоактивности строительных материалов), миграции радионуклидов во внешней среде, деконтаминации человека от радиоактивных изотопов.

Конгресс прошел на высоком научном уровне, и его материалы, безусловно, представляют интерес для широкого круга специалистов по радиационной безопасности.

ЛЫСЦОВ В. Н.

Изотопные отношения как индикатор источников и путей миграции радионуклидов во внешней среде

Обычно радионуклиды поступают в объекты внешней среды (воздух, воду, почву, растения, животных) и накапливаются в организме человека одновременно из нескольких источников и разными путями. Например, накопление искусственных радионуклидов в сельскохозяйственных растениях может быть следствием одновременного поступления из атмосферы и почвы, накопление в почве и растениях вокруг ядерных энергетических установок — результатом глобальных выпадений, локальных соросов, подтока с грунтовыми водами и т. п. Поэтому для выявления причин накопления радионуклидов в объектах внешней среды и контроля за радиационной безопасностью этих объектов важное значение имеет дифференциация источников радиоактивных веществ и путей их миграции. Для этой цели успешно используют изотопные отношения, принимая во внимание специфичность разных источников по составу и значительную селективность радионуклидов в процессе переноса по разным путям.

На состоявшемся в Ленинграде 4–6 июня 1975 г. симпозиуме, созданном радиоэкологической секцией Научного совета «Радиобиология» АН СССР, были обсуждены результаты использования метода изотоп-

ных отношений в целях радиационного контроля внешней среды.

В ядерной метеорологии применение изотопных отношений ($^{141}\text{Ce}/^{144}\text{Ce}$, $^{141}\text{Ce}/^{95}\text{Zr}$ и др.) позволяет достаточно точно оценить происхождение находящихся в атмосфере радиоактивных частиц и аэрозолей. Используя изотопные отношения церия и циркония, Л. И. Гедеонов и др. систематизировали результаты многолетних наблюдений за радиоактивными выпадениями в районе Ленинграда и показали их зависимость от конкретных ядерных испытаний. По отношениям концентраций радиоактивных продуктов деления в осадках К. П. Махонько и др. вычислили перенос искусственных радиоактивных веществ глобального происхождения из южного полушария в северное.

При оценке передвижения ^{90}Sr и ^{137}Cs в системах почва — растения и грунты — водная фаза обычно рассчитывают отношение этих радионуклидов. Такое сравнение рельефно выявляет большую миграционную способность ^{90}Sr по сравнению с ^{137}Cs . Дана количественная характеристика темпов миграции ^{90}Sr относительно ^{137}Cs для разных типов почв СССР (К. П. Махонько, А. Н. Силантьев, В. Г. Граковский).

Поступающие во внешнюю среду искусственные радионуклиды являются новыми ингредиентами, интенсивность их вовлечения в циклы миграции со временем снижается в результате комплекса реакций, которые в радиоэкологии принято называть «старением» радионуклидов, т. е. процессов, связанных с переходом радионуклидов в почвах в необменные и труднодоступные для растений формы. Для количественного прогноза загрязнения объектов внешней среды целесообразно оценивать снижение интенсивности поступления радионуклидов из почвы в растения. В докладе Р. М. Алексахина были представлены данные о старении ^{90}Sr и ^{137}Cs , выпавших на почву из атмосферы. Были использованы отношения этих радионуклидов к их изотопным и неизотопным носителям — стабильным стронцию и кальцию, с одной стороны, и калию — с другой. Отмечено, что длительное пребывание ^{90}Sr в почве не снижает его доступность для растений и интенсивность дальнейшего включения в биологические цепи миграции, тогда как ^{137}Cs заметно стареет и труднодоступен для усвоения.

Г. Н. Романов и др. представили аналогичные данные для радиоизотопов цинка, железа, кобальта, марганца, стронция и цезия, мигрирующих в различных звеньях внешней среды: почве — растениях — сельскохозяйственных животных. Отмечены достаточно заметные различия в поведении стабильных и радиоактивных изотопов одних и тех же элементов, свидетельствующие о сложном течении процессов их перемешивания.

Л. А. Арапьян и др. обратили внимание на важную роль физико-химических факторов и формы нахождения в почвах для стабильных и радиоактивных изотопов щелочных и щелочноземельных элементов.

С помощью изотопных отношений $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ и $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ Н. А. Титаева описала динамику поведения радиоизотопов тяжелых элементов (урана, радия, тория) в системе горные породы — почва — вода. Этот же метод оказался полезным для оценки поступления урана, радия и тория в растения из почвы и производственных отходов. Учитывая увеличение масштабов внесения урана и радия в почву с фосфорными удобрениями, было признано целесообразным применять метод изотопных отношений для анализа путей перехода тяжелых естественных радионуклидов в растениях. Примениение отношений космогенного и антропогенного ^{22}Na к стабильным изотопам этого элемента позволило Д. Г. Флейшману оценить интенсивность обмена натрия в озерах, речных системах, водных животных, а анализ отношения ^{137}Cs к стабильному ^{133}Cs сделал возможным более точно изучить пути радиоактивного загрязнения рыбы.

Симпозиум показал большие возможности метода изотопных отношений для радиационного контроля внешней среды и наметил пути дальнейших исследований в этой области.

АЛЕКСАХИН Р. М.

Выставки

Экспозиции «Изобретения и объекты лицензий отрасли» в павильоне «Атомная энергия» ВДНХ СССР

Ядерная энергетика стала областью оживленной коммерческой деятельности. Закладывается большое число контрактов на строительство АЭС, на предоставление технической документации, знаний и опыта по лицензиям, проводятся мероприятия по рекламе коммерческих объектов ядерной энергетики и выявлению конъюнктурного спроса на изделия атомной техники. Одним из таких мероприятий является открывшаяся в мае этого года тематическая выставка «Изобретения и объекты лицензий отрасли», организованная ГКАЭ СССР при содействии Всесоюзных внешнеторговых объединений «Лицензинторг» и «Техснабэкспорт».

Выставка знакомит посетителей с экспонатами, предназначенными для народного хозяйства страны и коммерческой реализации через внешнеторговые объединения СССР и наглядно демонстрирующими высокий научно-технический уровень советской атомной науки и техники.

Энергетические реакторостроение представляют макеты реакторов ВВЭР-440, РБМК-1000, БН-350 и БН-600. Особый интерес вызывают быстрые реакторы — основа ядерной энергетики будущего, и работа по их коммерческой реализации в виде комплексных поставок оборудования, строительства или продажи лицензий весьма перспективна.

В разделе ускорительной техники экспонируются малогабаритный циклотрон МГЦ, линейные ускорители типа ЛУЭ10-2Д и «Электрон-3М», разработанные НИИЭФА им. Д. В. Ефремова. Компактный изохронный циклотрон с регулировкой по энергии предназна-

чен для получения короткоживущих изотопов, широко применяемых в биологии и медицине, для активационного анализа различных веществ, а также для исследований в ядерной физике. Циклотрон является объектом экспорта, его высокий научно-технический уровень был отмечен специалистами зарубежных стран.

Радиоизотопная техника и приборостроение, нашедшие широкое применение в различных областях народного хозяйства, представлены двухканальным рентгенометрическим анализатором ФРАД-1 (ВНИИРТ), радиометрической многосчетчиковой установкой «Мустанг» (ВНИИ химической технологии) и рядом приборов и устройств, разработанных Рижским НИИ радиоизотопного приборостроения.

Создание специальной аппаратуры для исследований в области атомной техники часто связано с решением многих технических задач и проблем в смежных областях. На выставке можно ознакомиться со способом получения искусственных алмазов в виде пленок, разработанным в ИАЭ им. И. В. Курчатова. Этот способ получен впервые в мире и запатентован в ведущих зарубежных странах мира. Алмазный инструмент для сверления отверстий, в том числе криволинейных, в таких материалах, как стекло, кварц, феррит, керамика и др., экспонирует Сухумский физико-технический институт.

Кроме перечисленных экспонатов, на выставке можно увидеть малогабаритную ионизационную камеру для регистрации нейтронного и гамма-излучений в активной зоне реактора, работающую в условиях высо-