

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ
АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ СССР

Атомная
Энергия

Ежемесячный журнал
год издания двенадцатый

АТОМИЗДАТ ■ МОСКВА ■ 1968

Том 25 ■ Октябрь ■ Вып. 4

Главный редактор
М. Д. МИЛЛИОНЩИКОВ

Заместители главного
редактора:

Н. А. ВЛАСОВ, Н. А. КОЛОКОЛЬЦОВ

Редакционная коллегия:

А. И. АЛИХАНОВ, А. А. БОЧВАР, А. П. ВИНОГРАДОВ, И. Н. ГОЛОВИН,
Н. А. ДОЛЛЕЖАЛЬ, А. П. ЗЕФИРОВ, В. Ф. КАЛИНИН, А. К. КРАСИН,
А. И. ЛЕЙПУНСКИЙ, В. В. МАТВЕЕВ, М. Г. МЕЩЕРЯКОВ, П. Н. ПАЛЕЙ,
Д. Л. СИМОНЕНКО, В. И. СМЕРНОВ, В. С. ФУРСОВ, В. В. ШЕВЧЕНКО.

СОДЕРЖАНИЕ

СТАТЬИ

- В. Б. Осипов, Р. В. Джагацания, А. С. Штань,
В. М. Симонов, С. В. Мамикоян, Л. Д. Солодихина,
Д. П. Бодров, С. В. Голубков, Ю. Г. Ляскин.
Радиационный сульфохлоратор РС-2,5 271
- Г. Н. Баласанов, Д. Я. Суражский, Б. А. Чумаченко,
А. А. Дерягин, Е. П. Власов. Использование мате-
матических методов при поисках месторождений
урана 274
- А. А. Шолохов, В. Е. Минашин. Теплообмен при про-
дольном течении жидкости в пучках стержней 280
- Б. Н. Селиверстов, А. И. Ефанов, Ю. М. Быков,
П. А. Гаврилов, Л. В. Константинов. Некоторые
вопросы приложения статистических методов
к задачам оперативного исследования кинети-
ческих характеристик реакторов 287
- В. И. Голубев, Н. Д. Голяев, А. В. Звонарев, М. Н. Зи-
нин, Ю. Ф. Колеганов, М. Н. Николаев, М. Ю. Ор-
лов. Распространение нейтронов в двуокиси
урана 292
- Часть I. Пространственно-энергетические распре-
деления 292
- Л. П. Абагян, В. И. Голубев, Н. Д. Голяев, А. В. Зво-
нарев, Ю. Ф. Колеганов, М. Н. Николаев,
М. Ю. Орлов. Распространение нейтронов в дву-
окиси урана 297
- Часть II. Допплер-эффект на U^{235} 297
- А. И. Громова, И. К. Морозова, В. В. Герасимов. Влия-
ние облучения на электрохимическое поведение
конструкционных материалов 302
- Р. А. Беляев, Ю. И. Данилов, С. А. Фураев. Корро-
зия длинномерных изделий из окиси бериллия в
газовых влагосодержащих потоках 305
- А. Ф. Настоящий. О функции распределения электро-
нов в неоднородной слабоионизованной плазме 308

АННОТАЦИИ ДЕПОНИРОВАННЫХ СТАТЕЙ

- Р. В. Джагацания, В. Б. Осипов, Л. Д. Солодихина,
Ю. Г. Ляскин, А. И. Гершенович. Опыт эксплуа-
тации радиационно-химического сульфохлорато-
ра РС-2,5 314
- В. Б. Осипов, Л. Д. Солодихина, Д. П. Бодров,
В. М. Симонов, Р. В. Джагацания. Применение
кассет сферической формы для создания протяж-
енных облучателей опытно-промышленных и промыш-
ленных радиационно-химических установок 315
- Э. И. Кузнецов. Время жизни заряженных частиц в
плазме на установке «Токамак ТМ-3» 315
- Н. С. Мартынова, И. В. Василькова, М. П. Сусарев,
С. С. Толкачев. Термографическое и рентгено-
структурное изучение системы $UCl_4 - KCl - NaCl$ 316
- В. Ф. Баранов, О. А. Павловский. О прохождении
электронов через вещество 317
- П. П. Зольников, Е. Г. Голиков, К. А. Суханова,
Б. Л. Двинянинов. Отражение тормозного излу-
чения бетатрона барьерами из различных материа-
лов 318
- П. А. Фефелов. Исследование влияния излучений
на прочность стеклопластиков 318
- ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ
- В. Б. Осипов, В. П. Гутеев, Р. В. Джагацания,
А. И. Гершенович, С. В. Голубков. Техничко-эконо-
мические аспекты радиационного способа произ-
водства сульфоната 320
- Н. Т. Чеботарев, А. В. Безносикова. Исследование
структуры соединения $CaUF_6$ 321
- Б. П. Пritchett. К динамике выделение накопленного
радиона при нагревании горной породы 324

235307



Доклад М. Кырша с сотрудниками (ЧССР) был посвящен выделению Cs^{137} из водных растворов. Авторы осветили теорию ионообменных и экстракционных методов выделения цезия и ее приложения к конкретным задачам.

И. Сайдл (ЧССР) рассмотрел вопросы захоронения высокоактивных отходов. Автор пришел к выводу, что в условиях Чехословакии отходы целесообразнее хранить в твердом виде. Для этой цели очень перспективным представляется использование базальтов для отверждения отходов.

Методы отделения стронция, циркония, ниобия и рутения были приведены в обзорном докладе М. Бездека и др. (ЧССР). В. Коуржим (ЧССР) сообщил о подготовке процесса удаления Cs^{137} и Sr^{90} из отходов после химической обработки ядерного горючего.

Вопросы определения степени выгорания ядерного горючего радиохимическими методами освещены в докладе Т. Зеленай, В. Смулека (ПНР) и Й. Кртила, М. Бездека (ЧССР).

Данные об изучении разделения редких земель различными методами в течение последних десяти лет привели Й. Алекса, Э. Коларжик и Н. Шисткова (ЧССР).

Некоторые доклады [С. М. Карпачевой с сотрудниками (СССР), Б. Строе, А. Толича, В. Павасовича (СФРЮ), А. Толича и А. Чермака (СФРЮ — ЧССР)] посвящены экстракционной аппаратуре для радиохимических производств в условиях дистанционного обслуживания.

На секции неводных методов переработки ядерного горючего было представлено девять докладов, которые касались вопросов переработки облученного горючего реакторов на быстрых нейтронах методами галогенирования.

Работа симпозиума проходила в дружеской обстановке. В ближайшее время материалы симпозиума будут изданы.

В. М. ВДОВЕНКО

Международный симпозиум по радиоэлектронике и защите от излучений

В марте 1968 г. в Тулузе (Франция) был проведен Международный симпозиум по радиоэлектронике и защите от излучений. В работе симпозиума приняла участие около 250 ученых и специалистов из 23 стран и от двух международных организаций (МАГАТЭ и Евратома).

Из 139 докладов было заслушано 90, остальные представлены для кратких дискуссий. Тематика докладов: полупроводниковые детекторы; детекторы, основанные на ионизации и возбуждении; электронные цепи, связанные с детекторами; измерение радиоактивности окружающей среды; аэрозоли и дозиметрическая физика. Большинство докладов касалось частных разработок методического характера или усовершенствования техники измерения, 13 докладов представляли обзоры с изложением современного состояния проблемы.

В докладах, посвященных полупроводниковым детекторам, рассмотрены вопросы получения исходных монокристаллов с очень высоким удельным сопротивлением, вопросы разработки полупроводниковых детекторов на основе новых материалов, например теллурида кадмия, и увеличение чувствительного объема детекторов до 100 см^3 (Франция). Были приведены данные об энергетическом разрешении, полученном на спектрометрах с Ge(Li)-детекторами: $1,2 \text{ кэВ}$ для γ -излучения Co^{57} , $2,8 \text{ кэВ}$ для Co^{60} (Швеция) и $0,96$ для Co^{57} (Франция). Существенное улучшение разрешающей способности спектрометров с полупроводниковыми детекторами стало возможным благодаря значительному снижению уровня шума предусилителей. Во Франции, например, для германиевого детектора в сочетании с полевым транзистором получено значение $0,6 \text{ кэВ}$, а в США изготовлен предусилитель с уровнем шума $0,28 \text{ кэВ}$.

В отдельных докладах дается сравнительная оценка полевых транзисторов на основе кремния и германия. Для получения предельно низкого уровня шума входного каскада предусилителя авторы рекомендуют применять полевые транзисторы из германия (при этом охлаждая их до $10-20^\circ \text{ К}$) и из кремния, хотя и имеющие больший уровень шума, но не требующие охлажде-

ния (оптимальная температура, при которой уровень шума минимален, составляет всего 100° К).

Несколько докладов было посвящено использованию полупроводниковых детекторов для решения конкретных методических задач. Предложен метод определения содержания Rn^{222} в воздухе при помощи поверхностно-барьерного детектора с чувствительной площадью 3 см^2 как наиболее перспективный из всех прямых методов измерения концентрации радона в воздухе (ПНР). Сообщено об использовании полупроводниковых детекторов в дозиметрии нейтронов и исследовании времени восстановления облученных полупроводниковых диодов (Франция) и об использовании техники полупроводниковой спектрометрии для оценки характеристик образцовых источников излучения (СССР).

Большой интерес вызвали доклады об ионизационных камерах с жидким диэлектриком. Исследование физических характеристик камер и оценка их практического применения проводятся в ядерном центре Тулузского университета. Разработаны и изготовлены малогабаритные камеры объемом 1 см^3 (Франция). Новым достижением за последнее время следует считать использование жидкостных ионизационных камер для определения качества смешанного излучения. Интенсивные работы в области исследования жидкостных ионизационных камер ведутся также в ПНР и Италии. В СССР такие работы ведутся в Московском инженерно-физическом институте.

На симпозиуме были обсуждены методы совершенствования термолюминесцентных дозиметров, повышения их чувствительности и точности измерений. Новым является нагревание люминофора с помощью горячего инертного газа (азота) в процессе снятия кривой высвечивания (США). Преимущество этого метода — в хорошем контакте между нагревателем (газ) и люминофором.

Результаты исследований радиоактивных аэрозолей были представлены на симпозиуме в трех аспектах: физика и механика аэрозолей, методы анализа и радиометрии, аппаратура для измерения концентрации радиоактивных аэрозолей. Дальнейшее развитие получили исследования диффузии аэрозольных частиц. Практи-

ческая направленность этих работ связана с оценкой осаждения аэрозолей на стенках труб во время измерения их концентрации в воздухе (Англия). Большинство сообщений касалось естественных аэрозолей, главным образом продуктов распада радона и торона.

Значительное внимание было уделено вопросам радиоактивных выпадений. Представленные материалы дают дополнительные сведения о содержании продуктов деления в окружающей среде и, как правило, уточняют известные данные.

Интересна работа японских ученых по исследованию интенсивности ионизации воздуха вблизи поверхности земли отдельно для β - и γ -излучений. Результаты этих исследований позволяют связать величину ионизации с загрязненностью поверхности земли радиоактивностью, возникшей в результате ядерных испытаний.

В области разработки и использования наносекундной электроники в ядерном приборостроении интересны сообщения о новейших исследованиях механизма передачи энергии в органических сцинтилляторах и их временных характеристик (Англия). Получены пластические сцинтилляторы с постоянной высвечивания 1,2 *нсек*. Исследования затухания люминесценции азота в смеси азота с кислородом показали, что при увеличении концентрации кислорода постоянная высвечивания смеси уменьшается от 2,2 *нсек* примерно вдвое (Франция).

В докладах, посвященных градуировке дозиметрических приборов, содержатся данные о применяемых в настоящее время градуировочных устройствах (Франция) и показаны преимущества градуировки в коллимированном пучке по сравнению с широким, а также обосновано использование метода подобия радиационных полей при градуировке с помощью γ -источников малой активности (СССР).

Материалы симпозиума будут изданы в 1968 г. в трудах Тулузского университета.

Во время работы симпозиума действовала выставка «Успехи электроники — 1968», где были представлены аппаратура измерения и контроля, вычислительные, аналоговые и управляющие машины, электронные приборы, используемые в медицине, радиологии, ядерной технике и дозиметрии, а также блоки, узлы и детали электронного приборостроения.

Очень широко были представлены дозиметрические приборы. Практически все они являются носимыми и предназначены не для работы на определенном, фиксированном месте, а для оперативного контроля. Как правило, приборы имеют вид пистолета с удобной

ручкой, позволяющей проводить измерения в любой точке поля излучения. Большинство радиометров и дозиметров являются универсальными. Интересен портативный радиометр, предназначенный для измерения α -, β - и γ -загрязненности, радиометр 1РАВ-2С и многоцелевой радиометр DSM, имеющий в комплекте набор из 17 блоков детектирования. Из приборов, предназначенных для измерения активности газа в воздухе, необходимо отметить носимые радиометры Е-272, в которых от ионизационной камеры объемом 3000 *см³* измеряется ток $5 \cdot 10^{-10}$ — $5 \cdot 10^{-13}$ *а*, и Е-242 с пределами измеряемых ионизационных токов 10^{-9} — 10^{-14} *а*. Вес приборов с аккумуляторным питанием около 3,5 *кг*.

Экспонировался прибор для измерения загрязненности по внешнему γ -излучению. Прибор позволяет вести контроль за дозиметрическим состоянием местности на расстоянии 2—4 *км* в течение 150 *ч*. Частота модулированных импульсов с газоразрядного счетчика 154—164 *Мгц*.

Были широко представлены термолюминесцентные и фотолюминесцентные дозиметры: как детекторы, так и аппаратура, позволяющая определять накопленную дозу. Погрешность измерения серийных термолюминесцентных дозиметров ХОР-1004 и фотолюминесцентных ХОР-1005 составляет $\pm 15\%$.

Из карманных дозиметров представляет интерес дозиметр РНУ-SEQ-5, измеряющий дозу до 5 или 20 *рад*. Максимальное отличие в показаниях прибора в зависимости от энергии в диапазоне 30— 10^3 *кэв* не превышает 10%.

Осциллоскоп типа ОСТ-588 фирмы CRC, служащий для регистрации быстрых импульсных процессов, позволяет проводить измерения в полосе частот до 1000 *Мгц* без усилителя и до 100 *Мгц* с усилителем. Чувствительность прибора 50 *мв/деление*. Осциллоскоп типа 519 фирмы «Tektronix» предназначен для регистрации однократных процессов в полосе частот до 1000 *Мгц* и чувствительностью 100 *мв/деление* (10 делений на 1 *мм*). Интересны также осциллоскопы типов 567 и 568 той же фирмы с цифровыми блоками для измерения амплитуды и длительности периодических импульсов.

Представленные на выставке приборы по своему техническому исполнению выражают тенденцию к обеспечению минимального размера и веса, транспортабельности, по возможности дистанционного управления. При этом приборы имеют современные формы и изящный внешний вид.

Э. Ф. ГАРАПОВ, Б. М. ИСАЕВ

Семинар «Радиационная дефектоскопия» на ВДНХ

В мае 1968 г. в павильоне «Атомная энергия» на ВДНХ был проведен семинар по радиационной дефектоскопии, в котором приняли участие 57 промышленных предприятий, научно-исследовательских и учебных институтов, конструкторских и проектных организаций. На семинаре было заслушано и обсуждено 24 доклада и сообщения.

Доклад на тему «Гамма-дефектоскопы общепромышленного назначения и перспективы их развития» сделал А. В. Кулешов. Он сообщил о гамма-дефектоскопах нормального ряда классификации, принятой странами — членами СЭВ, и кратко охарактеризовал основные темы нового пятилетнего плана развития радиоизотопного радиографического оборудования.

Н. Д. Тюфяков и А. С. Штань обсудили возможности использования нейтронов разных энергий для промышленной дефектоскопии. Доклад В. И. Горбунова и др. был посвящен перспективам разработки бетатрона для дефектоскопии, а доклад Б. И. Леонова — рентгеновским нитроскопам с применением монокристаллов, усилителей света и телевизионных систем. Л. И. Косарев и И. Я. Серебрянников рассмотрели вопросы предельной чувствительности и производительности метода радиометрической дефектоскопии.

О новых гамма-дефектоскопах «Газпром», «Трасса» и др. сообщил В. Н. Хорошев. Докладчик рассмотрел перспективы и пути автоматизации процессов радиографии: управления аппаратом, экспонетрии, фотообработки и расшифровки снимков.