

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ
АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ СССР

Атомная
Энергия

АТОМИЗДАТ ■ МОСКВА ■ 1968

Том 25 ■ Декабрь ■ Вып. 6

Главный редактор
М. Д. МИЛЛИОНИЦЫКОВ

Заместители главного
редактора:
Н. А. ВЛАСОВ, Н. А. КОЛОКОЛЬЦОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. И. АЛИХАНОВ, А. А. БОЧВАР, А. Н. ВИНОГРАДОВ, И. Н. ГОЛОВИН,
Н. А. ДОЛЛЕКАЛЬ, А. Н. ЗЕФИРОВ, В. Ф. КАЛИНИН, А. К. КРАСИН,
А. И. ЛЕЙБУНСКИЙ, В. В. МАТВЕЕВ, М. Г. МЕЩЕРЯКОВ, И. И. ПАЛЕЙ,
Д. Л. СИМОНЕНКО, В. И. СМИРНОВ, В. С. ФУРСОВ, В. Б. ШЕВЧЕНКО.

СОДЕРЖАНИЕ

СТАТЬИ

Н. И. Альханов, И. Н. Коренков, И. И. Монсейцев. Уровни внешнего облучения персонала при работе с различными источниками излучений	463
Г. Б. Хеинин. Расчет состава топлива и характеристики быстрого энергетического реактора в установившемся режиме	466
В. И. Грицков, В. А. Афанасьев, Г. А. Санковский, Р. А. Шугам, И. И. Соколов, Ю. А. Соловьев. Исследование системы автоматического регулирования атомной энергетической установки с быстрым реактором	469
В. Н. Плотников, Л. М. Финогйт. К выводу управления динамикой парососедорожий в парогенерирующих каналах при кипении непогретой воды	474
Р. Г. Васильев, В. И. Гольданецкий, Я. В. Рыниничев, О. С. Луценко, Б. А. Нименов. Изотропные выходы и потоки тепловых нейтронов в системах сцинтилляции — вода, бомбардируемой проприями ядерами энергии	479
А. И. Тугаринов, Г. Е. Ордынен, Р. И. Нечипорова, Е. И. Крыльков. Об испытании на вариаций изотопного состава синтеза при излучении ураноносного региона	483
В. С. Еремеев. Исследование структуры ядерного изотопного узла из монокристаллов урана в магнитном поле ферромагнетиков	489
А. В. Анизов, Е. С. Анизов, И. И. Назей, Р. А. Шубильдова. Составление японской Ра(У) в растворах галогенидогидратов	493
Ю. А. Сахаровский, А. Д. Зелкевич. Экспериментальное определение коэффициента разделения при изотопическом обмене между жидким азотом и изотопами	499
И. А. Конан, Л. М. Козоровиний, И. М. Подгорный, В. А. Рисанов, В. И. Смирнов, А. М. Спектор, Д. А. Франк-Каменецкий. Нагрев плазмы магнитно-затворенными волнами	503
Г. В. Воскесенский, Ю. Н. Серебряков. Различие поверхности неустойчивости пучка электронов в кинескопном ускорителе	507
АНОТАЦИИ ДЕМОНИРОВАННЫХ СТАТЕЙ	514
Г. А. Санковский, В. И. Грицков, Л. Л. Платонцева, В. И. Плотников. Методика исследования устойчивости водо-водяного кипящего реактора	
В. Б. Дубровский, И. Ш. Ибрагимов, М. Я. Касий, А. М. Надолгин, Б. К. Нергамен и другие. Стабильность серпентинового б	515
Г. Я. Руминев, В. С. Дмитриева. Исс следование P_u^{235} -приближения в зада чах физики ядерных цепочек в среде с пустым и	515
А. И. Иванов, Н. Ф. Прайдик. Возможности использования модифицированной формулы для оценки одностороннего распределения быстрых нейтронов в реа	516
Д. Бродэр, С. А. Колозовский, В. С. Кильевор, К. К. Понков, А. А. Сметанин. Прохождение быстрых нейтронов и γ -излучения через промы хугольные пустые шахты	517
И. Н. Зольников, К. А. Суханова, Б. Л. Данинилов. Энергетическое и пространственное распределение обратно рассеянного γ -излучения	518
И. К. Карапетян. Полуподальные волны и минимум среднегеометрического магнитного поля в двухахионном стел литаторе	518
И. К. Карапетян. Возможность существования магн итной ямы в комбинированном поле одно- и двухахионного стеллитаторов	519
М. И. Авраменко, В. С. Кузинек. К вопросу о рас щеплении фазовой фокусировки интенсивных ионных струек	520
ПОСЛАНИЕ В РЕДАКЦИЮ	
Э. А. Стумбур. О некоторых интегральных соотноше ниях в теории реакторов	522
О. А. Мицлер, А. М. Демидов, Ф. Я. Овчинников, Л. И. Голубев, М. А. Сунчуганов. Гамма- спектр теплоносителя реактора первого блока Ново-Воронежской АЭС	524
Г. Р. Занкин, И. А. Корж, Н. Т. Склип, И. А. Тонкий. Сечение радиационного захвата быстрых нейтронов изотопами Cu^{63} , Cu^{65} и W^{186}	526
С. Б. Ергамаштобов, Г. Н. Смирненкин. Сечение дисперсии Pu^{239} быстрыми нейтронами	527
А. Г. Добровин, В. Е. Гричев, В. П. Королева, В. А. Ткаченко, Ю. Н. Шубин. Сечение радиационного захвата нейтронов с энергией 0,2–3 МэВ изотопами Ta^{182} и Ta^{186}	529
Л. И. Прохорова, Г. Н. Смирненкин, Ю. М. Турчин. Среднее число мгновенных нейтронов при спон танным делении Pu^{232}	530

V Всесоюзное совещание по физико-химии, металловедению и металлофизике сверхпроводников

При исследовании некоторых свойств атомных ядер и элементарных частиц часто применяются сильные магнитные поля, причем, чем большие напряженности магнитных полей доступны в эксперименте, тем шире его возможности. При исследованиях же в области элементарных частиц существенным параметром является также величина рабочего объема, в котором можно создать магнитное поле. Для получения сильных магнитных полей в больших объемах требуются значительные затраты энергии. Поэтому физики проявляют интерес к сверхпроводникам, с помощью которых при малых затратах энергии можно в относительно больших объемах создавать очень сильные магнитные поля.

В мае 1968 г. в Москве состоялось V Всесоюзное совещание по физико-химии, металловедению и металлофизике сверхпроводников. В его работе приняли участие более 260 ученых от 55 организаций из 22 городов Советского Союза. На совещании рассматривались следующие основные вопросы: 1) получение деформируемых сверхпроводящих материалов на основе сплавов ниобия и использование их при создании сверхпроводящих соленоидов; 2) разработка сверхпроводящих материалов из интерметаллидов: Nb_3Sn , V_3Ga , $Nb_3Al_{0.8}Ge_{0.2}$; 3) изучение кристаллографической и электронной структуры сверхпроводящих материалов и связи получаемой структуры со сверхпроводящими свойствами.

За последние годы достигнуты значительные успехи в получении деформируемых сплавов, таких, как ниобий—цирконий, ниобий—цирконий—титан, ниобий—титан. Из указанных сплавов освоено производство сверхпроводящей проволоки, что позволило изготавливать небольшие сверхпроводящие магниты с полями до 100 кО.

В докладах Б. Г. Лазарева, Н. П. Сажина и др. говорилось о детальном исследовании сплава $Nb-Ti$ с содержанием титана. Авторами изучена зависимость механических свойств сплава от термообработки, электросопротивления и зависимость сверхпроводящих свойств от состава сплава. В результате этих работ были выбраны состав и технология изготовления сверхпроводящей проволоки из сплава 60Т. В докладе Б. Г. Лазарева с сотрудниками говорилось об изготовлении и испытании лабораторного соленоида из проволоки сплава 60Т. При температуре 2° К было получено рекордное магнитное поле с напряженностью 112 кО.

Создание магнитов с большими рабочими объемами в значительной степени определяется разработкой

стабилизованных сверхпроводящих кабелей, т. е. кабелей с управляемым и плавным переходами из сверхпроводящего в нормальное состояние. Поэтому большой интерес представляют работы, начатые Сажиным Н. П. с сотрудниками по изготовление сверхпроводящих кабелей на основе сплава 60Т. О свойствах нового сплава 50БТ в полях до 100 кО сообщалось в докладе Л. Н. Федотова и А. Ф. Ирошкина. В ЦНИИЧермет освоены три сплава: 65БТ, 50БТ, 35БТ. Совещание отметило необходимость дальнейших работ по поискам деформируемых сплавов с более высокими токовыми характеристиками в больших магнитных полях.

Самые высокие сверхпроводящие свойства имеют интерметаллические соединения типа A_2B . Однако эти соединения чрезвычайно хрупки, и поэтому применение их для создания сверхпроводящих соленоидов связано с большими технологическими трудностями. Некоторые доклады на конференции были посвящены разработке технологических путей получения сверхпроводников из Nb_3Sn и V_3Ga и изучении их сверхпроводящих свойств. В докладе И. А. Баранова, Я. Н. Кунакова и др. сообщалось о разработке многожильного микрокабеля из Nb_3Sn с высокими сверхпроводящими свойствами, а в докладе Я. Н. Кунакова и Н. С. Воробьевой — о получении и сверхпроводящих свойствах микрокабеля из V_3Ga . В работе С. А. Медведева и др. приводились данные о сверхпроводящих свойствах тонких слоев Nb_3Sn , полученных на ниобиевой ленте методом кристаллизации.

Интересным был обзор Ю. В. Ефимова и Е. М. Савицкого о сверхпроводящих металлических соединениях. В работе И. С. Краинского и др. сообщалось о вакуумной установке для получения соединения Nb_3Sn непрерывным способом при диффузии олова в ниобиевую основу из расплава. В работах Е. М. Савицкого и др. приводятся результаты по исследованию структуры и сверхпроводящих свойств литых сплавов $Nb-Sn$ и сверхпроводящих свойств электролитических покрытий из ниобия. В последнее время было найдено соединение $Nb_3Al_{0.8}Ge_{0.2}$, которое имеет температуру перехода, равную 20, 05° К. В докладе В. Папа сообщалось об изучении структуры этого соединения и возможных причинах столь высокой температуры перехода.

Было представлено несколько докладов по электронной структуре сверхпроводящих металлов и сплавов и применению электронно-вычислительных машин для изучения сверхпроводящих соединений (С. А. Савицкий и др.). В докладе С. А. Немнова дан обзор зонной структуры энергетических спектров пере-

ходных металлов и сплавов, а в докладе М. И. Корсунского и др. приведены результаты по изучению рентгеновских спектров соединения Nb_3Sn . В этих работах изучалась возможность корреляции электронной структуры сплавов с их сверхпроводящими свойствами. О влиянии всестороннего давления на вид фазовых диаграмм двойных металлических систем, фазовый состав и сверхпроводящие свойства сплавов цирконий—

ниобий сообщалось в докладах И. Л. Аптекаря, Е. Г. Понятовского и др.

В целом совещание вызвало большой интерес среди научных работников и наметило дальнейшие пути по разработке и исследованию сверхпроводящих материалов. Труды совещания будут изданы издательством «Наука».

И. А. ВЕТЛИЦКИЙ, Я. Н. КУНАКОВ

Симпозиум по электронным приборам ядерной спектрометрии

В мае 1968 г. в г. Алуште состоялся симпозиум по электронным приборам ядерной спектрометрии, организованный Объединенным институтом ядерных исследований, в котором приняли участие более 200 специалистов из стран, сотрудничающих в ОИЯИ.

Большинство сообщений было посвящено электронным устройствам, связанным с полупроводниковыми детекторами ядерных частиц. О значении использования этих приборов для изучения трансуранных элементов рассказал В. И. Кузнецов.

Методику идентификации частиц по величине $E \frac{dE}{dx}$ описала Н. Н. Семенова. Она доложила о схеме для идентификации протонов, дейтонов и тритонов с энергиями 2—15 $M\text{eV}$ на большом уровне α , β - и γ -фона.

Об интересном кремниевом детекторе для измерения значений dE/dx сообщили В. В. Авдейчиков и др. Толщина

детектора 10 μm , причем неоднородность не превышает 0,1—0,2 μm . Одновременное измерение энергии и времени пролета (с точностью около 1 нсек) тяжелых заряженных частиц полупроводниковым детектором производилось В. Т. Грачевым и др. Для съема временной информации последовательно с детектором был включен эмиттерный переход транзистора, с коллектора которого токовый сигнал поступал на быстрый усилитель. Другой способ съема временной информации — развертывание сигнала после зарядово-чувствительного предусилителя — был использован в работе с $Ge(Li)$ -детектором, представленной И. Киселевским и др. (ПИР). Такой вариант включения является наиболее рациональным с точки зрения минимального вклада шумов временного канала в энергетическое разрешение, хотя по быстродействию уступает первому способу. Временное разрешение схемы составляло 4 нсек при γ - γ -совпадениях ($E_\gamma = 510 \text{ кэВ}$) и размерах детектора $2,4 \times 0,5 \text{ см}$.

В работах В. Г. Субботина и др., А. И. Калинина и др., а также Т. Лакатоша (ВНР) и Т. Вальчака и др. (ПИР), посвященных малошумящим усилителям, показано, что при использовании полевых транзисторов на входе зарядово-чувствительных предусилителей была получена ширина линии шума 0,7—1,5 $\text{k}\ddot{\text{e}}\text{V}$ в эквиваленте для германия (при нулевой входной емкости) с наклоном 0,04—0,06 $\text{k}\ddot{\text{e}}\text{V}/\text{пФ}$. Г. Д. Алхазов указал на наличие в полевых транзисторах, кроме теплового шума канала и тока затвора, дополнительного шума, пропорционального $1/f\alpha$, где $0,5 < \alpha < 1$. Этот факт затрудняет получение предельно низкого теоретического значения шумов.

Рекомендуется производить выбор рабочей точки полевого транзистора при минимальной величине обедненной зоны в области затвора.

На симпозиуме большое внимание уделялось вопросам построения прецизионных спектрометрических импульсных усилителей. В докладе Т. Лакатоша (ВНР) описывался линейный усилитель с активными фильтрами, позволяющий получать оптимальное значение разрешения по энергии (форма импульса приближается к гауссовой кривой) и имеющий хорошие характеристики по амплитудным и частотным перегрузкам.

Коэффициент усиления такого прибора равен 100—1000, нелинейность не хуже 0,1% уровня шума, приведенного на вход при $\tau_F = 1 \text{ мксек}$, не выше 18 $\mu\text{в}$, стабильность коэффициента усиления $6 \cdot 10^{-5} / ^\circ\text{C}$. Т. Вальчак и др. (ПИР) доложили об аналогичном усилителе, построенном на дифференциальных каскадах с положительной и отрицательной обратными связями на кремниевых меза-транзисторах. Стабильность такого усилителя составляла $5 \cdot 10^{-4} / ^\circ\text{C}$.

Б. И. Хазанов и др. сообщили о разработанной системе функциональных модулей и узлов для электронно-физической аппаратуры, включающей импульсные усилители, ключевые и логические каскады, спусковые и пороговые устройства, каскады преобразования сигналов и т. д.

З. Г. Имаев и др. рассмотрели результаты применения прецизионного амплитудно-цифрового преобразователя с кусочно-линейной шкалой и показали, что их использование позволяет либо сократить число каналов в определенном диапазоне энергий, либо существенно расширить энергетический диапазон измерения энергий при том же самом числе каналов.

В. И. Приходько и В. Г. Тишин сообщили о прецизионном амплитудно-цифровом преобразователе на 4096 каналов с системой стабилизации нуля и масштаба шкалы, предназначенного для работы с $Ge(Li)$ -детекторами, а В. В. Марченков и А. П. Нехай рассказали об аналогичном приборе с цифровой системой стабилизации крутизны преобразования, особенностью которой является использование цифровых окон для выделения реперных сигналов.

Доклад Е. Д. Высотского и Б. И. Шитикова был посвящен входному устройству амплитудного анализатора на 512 каналов, в котором для повышения линейности начального участка шкалы использовался нелинейный компенсирующий элемент. Эти же авторы сообщили об устройстве, реализующем переход от линейной шкалы амплитудного анализатора к шкале, пропорциональной \sqrt{E} .

А. А. Санин и др. привели весьма простую систему стабилизации спектрометрического тракта 100-канального амплитудного анализатора, где регулирующим воздействием является изменение частоты кодовых импульсов, задаваемой электрической линией линии задержки; это изменение частоты осуществлялось путем