

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



13/xii-76
13 - 10056

B-926

4946/2-76

Ц.Вылов, И.Н.Егошин, Т.М.Муминов, Б.П.Осипенко,
В.Г.Сандуковский, Я.Юрковски

ПОВЕРХНОСТНО-БАРЬЕРНЫЕ
ГЕРМАНИЙ-ЛИТИЕВЫЕ ДЕТЕКТОРЫ
ДЛЯ СПЕКТРОМЕТРИИ ИЗЛУЧЕНИЙ
РАДИОАКТИВНЫХ НУКЛИДОВ

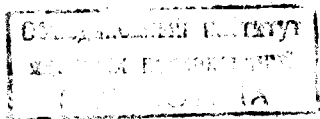
1976

13 - 10056

Ц.Вылов, И.Н.Егошин, Т.М.Муминов, Б.П.Осипенко,
В.Г.Сандуковский, Я.Юрковски

ПОВЕРХНОСТНО-БАРЬЕРНЫЕ
ГЕРМАНИЙ-ЛИТИЕВЫЕ ДЕТЕКТОРЫ
ДЛЯ СПЕКТРОМЕТРИИ ИЗЛУЧЕНИЙ
РАДИОАКТИВНЫХ НУКЛИДОВ

Направлено на Рабочее совещание
по полупроводниковым детекторам
ядерных излучений (Варна, 1976).



В работе /1/ сообщалось об использовании имплантированных $\text{Ge}(\text{Li})$ -детекторов в спектрометрии излучений радиоактивных нуклидов. К сожалению, большая скорость диффузии лития в германий и необходимость сохранения времени жизни основных носителей тока делают невозможным проведение в оптимальных условиях отжига радиационных дефектов, образующихся при имплантации. Этот факт существенно затрудняет дальнейшее улучшение параметров таких детекторов.

В данной работе описывается технология изготовления поверхностно-барьерных детекторов из германия, компенсированного литием до собственной проводимости. Этот тип детекторов не требует высокотемпературного отжига ввиду отсутствия радиационных дефектов. Разумеется, такие детекторы целесообразнее изготавливать из сверхчистого германия, однако этот материал пока мало доступен.

Поверхностно-барьерные германий-литиевые детекторы ($\text{Ge}(\text{Li}, \text{Au})$) изготавливаются из германия марки ГДЛ 10-40 с удельным сопротивлением $\rho = 15 \pm 20$ Ом·см и временем жизни основных носителей тока при азотной температуре $\tau = 21 \pm 25$ мкс. Диффузия лития проводится путем напыления металлического лития на отшлифованный, обезжиренный и хорошо протравленный германиевый образец в виде шайбы в течение 15 мин в вакууме при $t = 380^\circ\text{C}$. Диаметр напыляемого пятна лития меньше диаметра шайбы на 6-8 мм. После диффузии в шайбе со стороны Li вырезается кольцевая канавка шириной 2-3 мм и глубиной, равной 2/3 толщины шайбы (рис. 1). Далее образец травится (литиевая поверхность образца при этом защищается кислотостойкой лип-

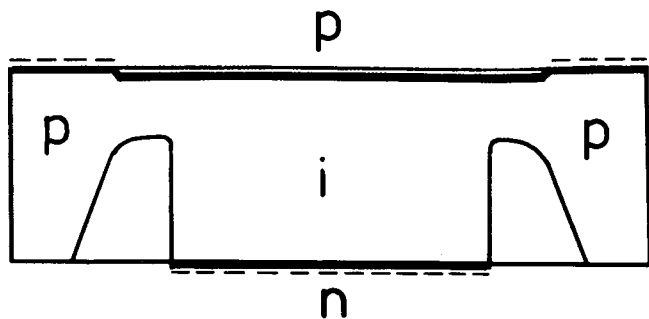


Рис. 1. Структура Ge(Li,Au) -детектора.

кой лентой) и помещается в специальный автоклав для дрейфа лития на всю глубину образца.

После дрейфа, снятия остатков p-слоя с образца и контроля, осуществляемого путем проявления p-n-перехода медью, проводится повторная диффузия лития в течение 5 мин. Перед травлением, повторной диффузией и после нее образец тщательно отмывается и обезжиривается. Литиевая поверхность и кольцевая поверхность со стороны отшлифованного p-слоя защищаются с помощью полиэтиленовой липкой ленты, и образец снова травится. На рис. 1 защищенные поверхности показаны пунктирной линией. После травления образца на незащищенной поверхности со стороны снятого p-слоя образуется углубление, которое защищает p-n-переход от механических повреждений при упаковке. На литиевую и всю противоположную поверхности напыляется золото, как в обычных поверхностно-барьерных детекторах. Образец с напыленными электродами помещается в герметичную капсулу для горячего дрейфа в кипящем пентане, а через 1-2 суток в этой же капсуле переносится в морозильную камеру холодильника для выравнивающего дрейфа, который продолжается до насыщения вольт-фарадной и вольт-амперной характеристик, начиная с 50 В.

После выравнивающего дрейфа образец быстро упаковывается в заранее подготовленную и установленную в криостат со шлюзом оправку, в которой смонтирован первый каскад предусилителя (рис. 2).

Оправка, с целью уменьшения вредного рассеяния, выполнена из алюминия. В качестве материала изоляторов используется тефлон.

Для снижения температурных градиентов оправка с детектором и охлаждаемым каскадом предусилителя помещается в алюминиевый экран с отверстием против "входного окна" детектора. Охлаждение оправки осуществляется через тефлоновую пленку толщиной 40 мкм. На рис. 2 показана температура (в °С) в некоторых точках детекторного блока. Температурный режим полевого транзистора, смонтированного в тефлоновом изоляторе, регулируется путем изменения расстояния хладопровод - полевой транзистор.

Монтаж охлаждаемого каскада предусилителя выполнен толстой ($\phi 1$ мм), а соединение детектор - затвор ПТ - тонкой ($\phi 0,1$ мм) медной проволокой, продетой через тефлоновую втулку с золоченым контактом. Это позволило снизить входную паразитную емкость оправки до 0,5 пф. Напряжение на детектор подается через пружинящее золоченое кольцо, опирающееся на золотой слой, напыленный на нетравленную часть детектора. Подключение экрана к высокому напряжению позволяет заметно снизить микрофонный эффект, так как все элементы охлаждаемого каскада предусилителя жестко фиксированы по отношению к экрану. Конструкция оправки показана на рис. 2.

На рис. 3 - 9 показаны спектры излучений ^{203}Pb , ^{137}Cs , ^{207}Bi и ^{171}Lu , полученные с помощью поверхностно-барьерного германий-литиевого детектора объемом $80 \text{ мм}^2 \times 5 \text{ мм}$. Использование специальной вакуумной системы со шлюзовым устройством позволяет производить замену радиоактивных источников без нарушения вакуума в камере спектрометра^{/3/}.

Очевидно, что в области энергий выше 200 кэВ такой спектрометр дает возможность определять коэф-

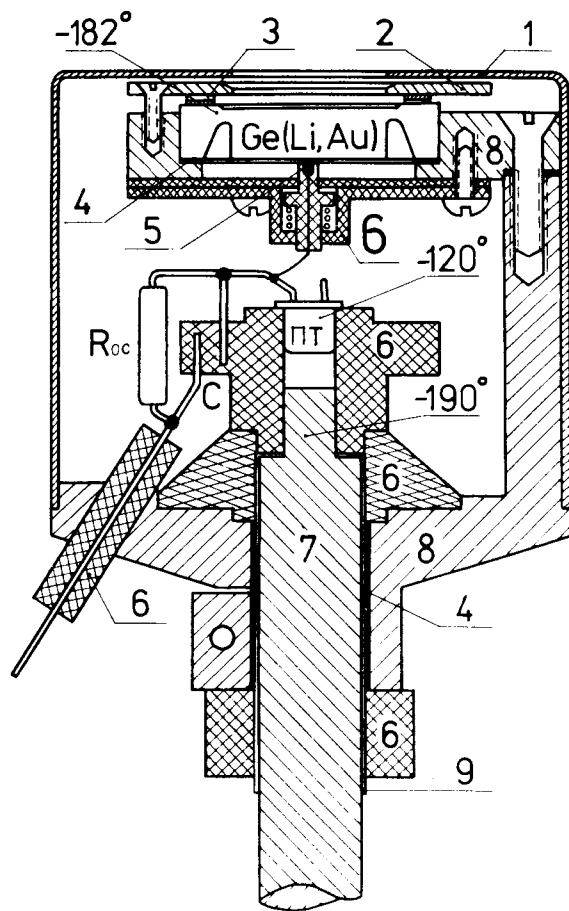


Рис. 2. Оправка детектора с охлажденным каскадом предусилителя. 1 - алюминиевый экран; 2 - крышка корпуса из алюминия; 3 - золоченое пружинящее кольцо; 4 - индиевая прокладка; 5 - золоченый наконечник; 6 - тефлоновый изолятор; 7 - медный хладопровод; 8 - алюминиевый корпус; 9 - изолятор из тефлоновой пленки 40 мк.

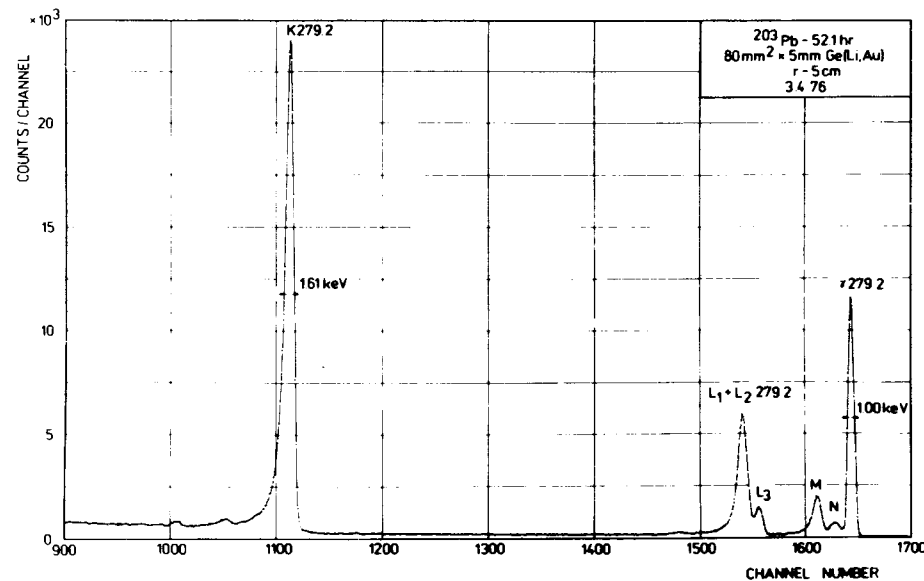


Рис. 3. Фрагмент спектра излучений ^{203}Pb .

коэффициенты внутренней конверсии значительного числа ядерных переходов. Эти вопросы представляют самостоятельный интерес и будут рассматриваться в следующей работе.

В заключение авторы благодарят Н.Калинину и Я.Юрковску за помощь в изготовлении детекторов, а также В.С.Александрова и С.К.Васильева за участие в исследовании характеристик спектрометра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ц.Вылов и др. Препринт ОИЯИ, Р6-8378, Дубна, 1974.
2. Ц.Вылов и др. Сообщение ОИЯИ, Р13-6759, Дубна, 1972.
3. Ц.Вылов и др. Препринт ОИЯИ, Р6-9071, Дубна, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел
20 августа 1976 года.

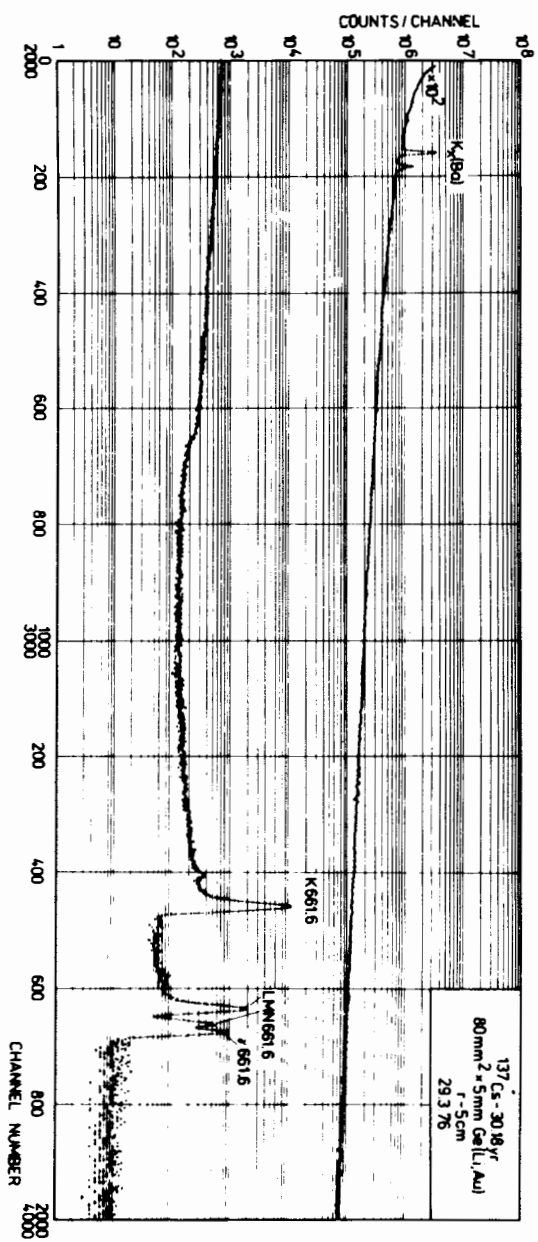


Рис. 4. Спектр излучений ¹³⁷Cs.

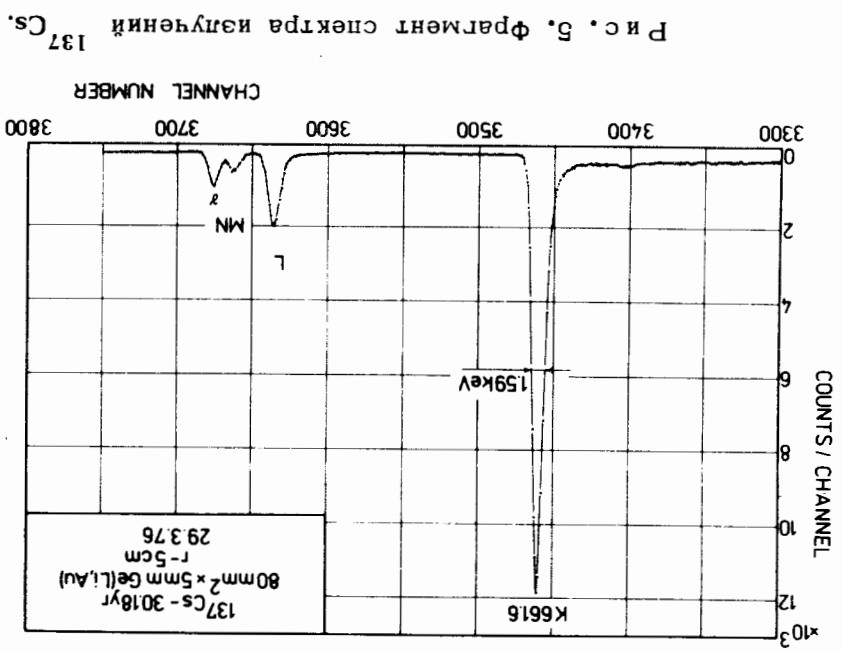


Рис. 5. Фрагмент спектра излучений ¹³⁷Cs.

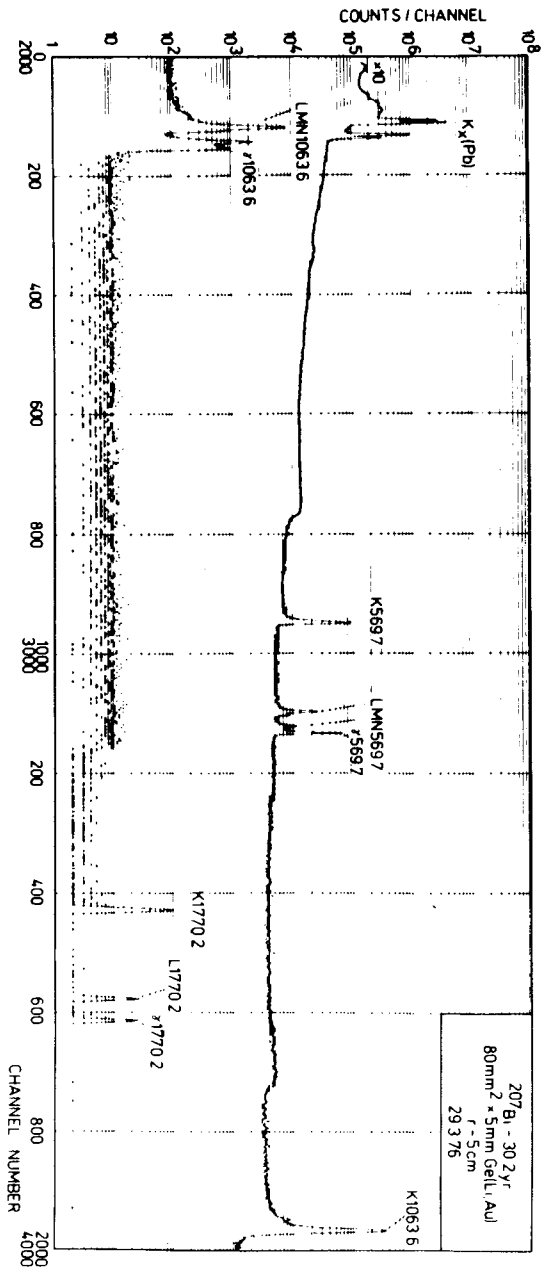


Рис. 6. Спектр излучений ²⁰⁷Bi.

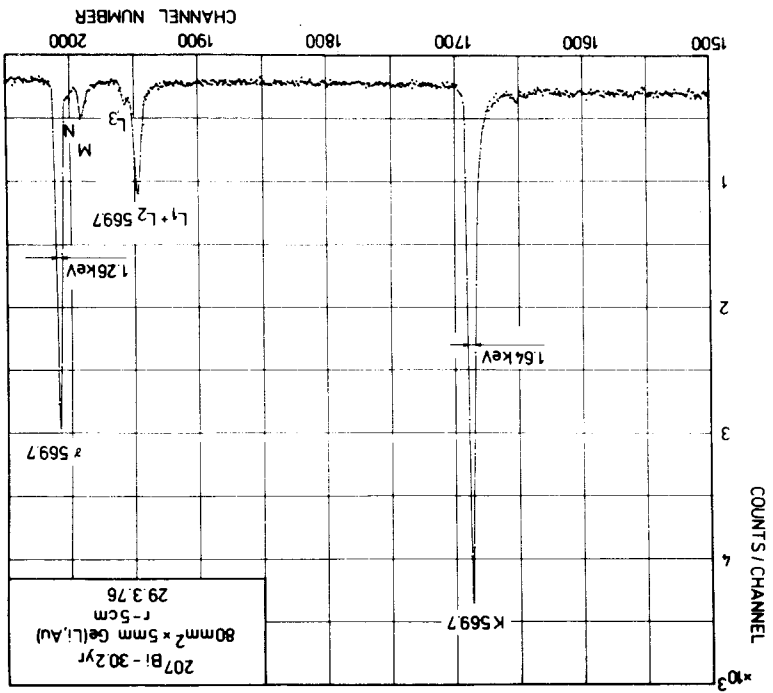


Рис. 7. Фрагмент спектра излучений ²⁰⁷Bi.

Рис. 8. Фармент спектра калучений ^{207}Bi .

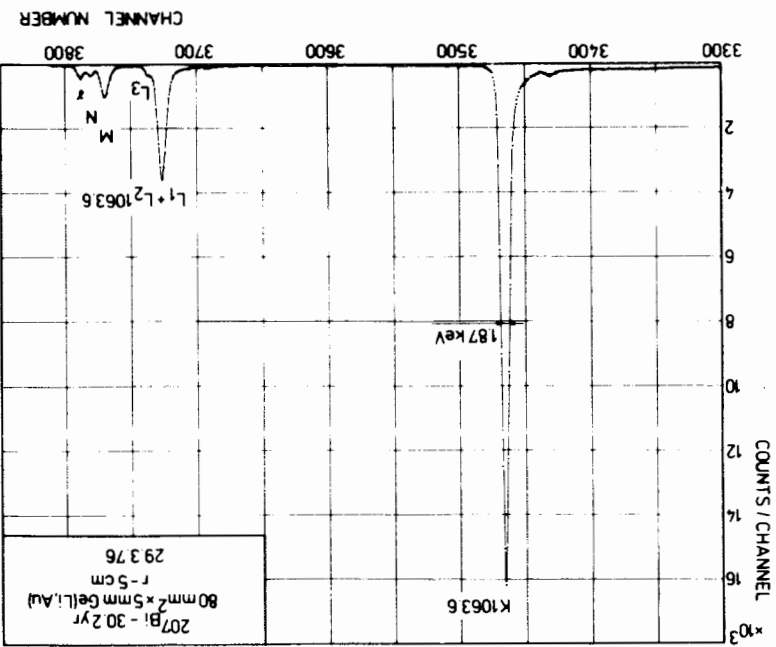


Рис. 9. Спектр излучений ^{171}Lu .

