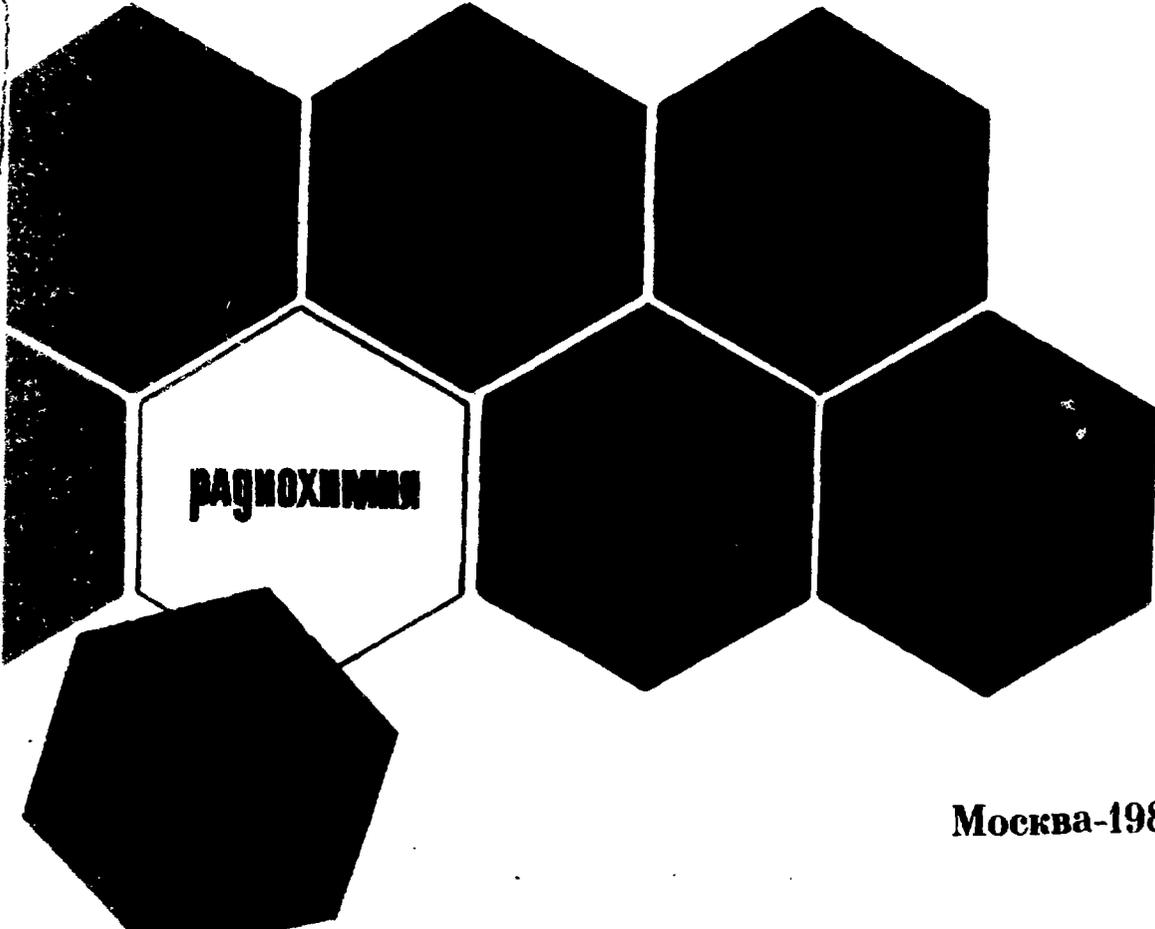


НИИАР-10(656)

Центральный научно-исследовательский институт  
информации и технико-экономических исследований  
по атомной науке и технике

В.Т.Беркутов, Н.А.Владимирова,  
Е.Ф.Давыдов, В.И.Карасев, Е.А.Карелин

**СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ЗАКРЫТЫХ РАДИОНУКЛИДНЫХ  
ИСТОЧНИКОВ НЕЙТРОНОВ  
ТИПА ИНК-3 И CVN-5**



**РАДИОНУКЛИДЫ**

Москва-1985

УДК 539.125.5.03

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАКРЫТЫХ РАДИОНУКЛИДНЫХ ИСТОЧНИКОВ НЕЙТРОНОВ ТИПА ИНК-3 И CVN-5: Препринт. НИИАР-10(656)/ В.Л.Беркутов, Н.А.Владимирова, Е.Ф.Давыдов, В.И.Карасев, Е.А.Карелин.- М.: ЦНИИАтоминформ, 1985.- 8 с.

### Р е ф е р а т

Приведены результаты сравнительного исследования основных показателей качества и технического уровня закрытых радионуклидных источников нейтронного излучения типа ИНК-3 (СССР) и CVN-5, изготавливаемого известной английской фирмой „Amersham“. Сравнительный анализ проводился по методике ОСТ 95 10017-83 с использованием расчетного и экспертного методов. Обобщенный комплексный показатель для источника типа ИНК-3 превышает единицу по отношению к источнику CVN-5, принятому за базовый вариант. Это позволяет сделать вывод, что отечественные источники не уступают по качеству и техническому уровню лучшим аналогичным зарубежным источникам.

Табл. 3, список лит. - 8 назв.



Центральный научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по атомной науке и технике (ЦНИИАтоминформ), 1985

В.Л.Беркутов, Н.А.Владимирова,  
Е.Ф.Давыдов, В.И.Карасев,  
Е.А.Карелин

НИИАР-10(656)  
УДК 539.125.5.03

Сравнительные исследования закрытых радионуклидных  
источников нейтронов типа ИНК-3 и CVN-5

Приведены результаты сравнительного исследования показателей качества и технического уровня закрытых радионуклидных источников нейтронного излучения ИНК-3 (СССР) и CVN-5 (фирма "Amersham", Англия). Показано, что отечественные источники не уступают по качеству и техническому уровню аналогичным зарубежным изделиям.

Препринт, 1985

V.L.Berkutov, N.A.Vladimirova,  
E.F.Davydov, V.I.Karasyev,  
E.A.Karelin

RIAR-10(656)  
UDC 539.125.5.03

Comparative Analysis of Performance of the Enclosed  
Radionuclide Neutron Sources of -3 and CVN-5 Types

The results from the comparative analysis of the quality and performance of the enclosed radionuclide neutron sources ИНК-3 (USSR) and CVN-5 ("Amersham", England) are presented. It has been shown that the home-made sources do not yield to those of foreign in their quality and engineering level.

Preprint, 1985

Закрытый радионуклидный источник ионизирующего излучения - изделие, конструкция которого препятствует взаимным контактам радиоактивного материала и окружающей среды, исключает её загрязнение радиоактивным веществом выше допустимого уровня [1]. В связи с этим особенно жесткие требования предъявляются к условиям фиксации радионуклида в подложке и герметизации активной части. В СССР более 10 лет в различных областях промышленности успешно используются закрытые калифорниевые источники нейтронного излучения типа ИНК, основные характеристики которых приведены в табл. I.

Таблица I

Характеристика источников нейтронов [2]

Тип источника	Диаметр, мм	Высота, мм	Поток нейтронов, с <sup>-1</sup>
ИНК-1 - ИНК-7	7	14	$1 \cdot 10^6 - 1 \cdot 10^9$
ИНК-8 - ИНК-10	7	25	$2 \cdot 10^9 - 1 \cdot 10^{10}$

В США, Англии, Франции и других странах также выпускаются аналогичные источники [3].

В СССР при изготовлении источников общепромышленного назначения используют метод фиксации калифорния в пористой керамической матрице - пеноалунде [4]. За рубежом

широкое распространение получили источники, активной частью которых изготовлена на основе кермета  $Pd + C \text{ и } O_2$  [5]. Герметизируют источники во всех странах: сваркой в релаксе, оптимальных для используемых конструкций и материала капсул.

Представляет интерес сравнительное изучение источников, принципиально равных по мощности, конструкции и применению. Цель данной работы — определение основных показателей качества и технического уровня источников типа ИГН, выпускаемых в СССР. Для сравнения в качестве базового варианта был выбран источник CVN-5, изготовленный фирмой „Amersham“ в Англии [3].

В соответствии с классификацией промышленной продукции [6] нейтронные источники из калифорния-252 могут быть отнесены ко второму классу (продукция, расходующая при работе свой ресурс), четвертой группе (неремонтируемые изделия). Оценку технического уровня изделий этого класса проводили по следующим показателям:

- назначения (основные параметры источников, необходимые для данной области применения);
- надежности (долговечность работы);
- технологичности (эффективность конструкторских решений для обеспечения высокой производительности труда при изготовлении источников);
- безопасности (сохранение герметичности источника);
- экологическому (влияние источника на окружающую среду);
- стандартизации (степень использования в источниках стандартизованных изделий);
- патентно-правовому (степень патентной защиты источников в СССР и за рубежом [6]).

Значения показателей находились расчетным или экспертным методами. Экспертный метод использовался при определе-

них значений тех показателей, которые невозможно было рассчитать или вычислить экспериментально. Расчет значений отдельных показателей проводился по методике, приведенной в работах [6,7]. Коэффициенты весомости отдельных составляющих показателей технического уровня взяты согласно ГОСТ 95.10016-83 [6].

Комплексный показатель качества  $\bar{Q}$  вычисляется по формуле

$$\bar{Q} = \sum_{i=1}^n m_i g_i,$$

где

$n$  - количество показателей;

$m_i$  - коэффициент весомости показателей;

$g_i$  - относительный показатель качества отдельного параметра, который определялся по формуле

$$g_i = \frac{P_i}{P_{iS}} \quad \text{или} \quad g_i = \frac{P_{iS}}{P_i},$$

где

$P_i$  - значение  $i$ -го показателя оцениваемого источника;

$P_{iS}$  - значение  $i$ -го показателя базового источника.

Выбирается формула, при расчете которой получают увеличение относительного показателя  $g_i$ .

Для выполнения расчета показателей у обоих источников были измерены габаритные размеры, объем и масса активной части и самих источников, анизотропность и поток нейтронов, мощность экспозиционной дозы, определены выщелачиваемость и химический состав калифорния, использованного для изготовления источников. Проводились рентгенографический и металлографический анализы капсул источников. Остальные параметры, необходимые для расчета, были взяты по данным паспортов или оценке экспертов.

Данные для расчета приведены в табл.2.

Таблица 2

## Значения основных параметров источников нейтронов

Показатель	Контролируемый параметр	Источник	
		ИНК-3	CVN-5
Назначение	Диаметр, мм	7,1	7,8
	Высота, мм	14,3	10,1
	Поток нейтронов, $\text{с}^{-1}$ (на момент измерения)	$2,14 \cdot 10^7$	$9,8 \cdot 10^6$
	Анизотропность потока нейтронов, %	7	7
	Выщелачиваемость калифорния, %	0,1	0,18
	Классы прочности источников [8]	С65445	С64544
	Погрешность измерения радиометрических параметров, %	10	10
Надежность	Назначенный срок службы, лет	10	15
Технологичность	Трудоемкость, отн.ед.	1	2
	Использование дефицитных материалов	-	Рd
Безопасность	Вероятность безопасной работы	0,95	0,95
Экологический	Уровень радиоактивного загрязнения поверхности источника, Бк	185	185
Стандартизация и унификация	Применяемость унифицированных деталей и оснастки	1	1

Окончание табл.2

Показатель	Контролируемый параметр	Источник	
		ИНК-3	CVN-5
Стандартизация и унификация	Применяемость источников в различных областях	0,67	0,67
Патентно-правовой	Патентная чистота	I	I
	Патентная защита	0	0,II

По результатам исследований были рассчитаны значения групповых показателей и обобщенный комплексный, который является суммой групповых показателей с учетом коэффициента весомости каждого из них (табл.3).

Источник ИНК-3 превосходит CVN-5 по показателям назначения и технологичности. Групповой показатель назначения представляет собой сумму трех единичных показателей: целевого применения, точности определения параметров и испытательных норм прочности, взятых со своими коэффициентами весомости [6]. Показатель точности определения параметров равен I, так как погрешность определения параметров обоих источников одинакова; показатель целевого применения составил I,189 в результате того, что при изготовлении ИНК-3 используется более чистый по гамма-излучающим примесям препарат калифорния-252, а показатель испытательных норм прочности равен I,I, так как ИНК-3 имеет более высокий класс прочности по давлению.

Показатель технологичности по оценке экспертов равен 2, так как процесс изготовления керметной проволоки, требующий многократных операций прокатки и волочения, более трудоемок (в 2-3 раза), чем метод изготовления активного сердечника ИНК-3.

Таблица 3

Значения показателей качества источника ИНК-3  
по отношению к источнику CVN-5

Показатель	$g_i$	$m_i$	$Q_i$
Назначение	1,25	0,4	0,5
Надежность	0,67	0,3	0,20
Технологичность*	2	0,05	0,1
Безопасность*	1	0,05	0,05
Экологический	1	0,05	0,05
Стандартизация и сертификация*	1	0,1	0,1
патентно-пра- вовый	0,6	0,05	0,03
Обобщенный комп- лексный показа- тель		1	1,03

\* Показатели, установленные по оценке экспертов.

В то же время ИНК-3 уступает источнику CVN-5 по показателям надежности и патентно-правовому. Это обусловлено меньшим назначенным сроком службы ИНК-3 и тем, что способ изготовления активной части источника CVN-5 защищен патентами. Тем не менее обобщенный комплексный показатель для источника ИНК-3 больше единицы. Это позволяет сделать вывод, что отечественные калифорнийские источники не уступают по качеству источникам фирмы „Amersham”, радиоизотопная продукция которой пользуется широким мировым признанием.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 15484-81. Излучения ионизирующие и их параметры. Термины и определения.
2. ТН 366-80. Источники нейтронов на основе калифорния-252 типа ИИИ. Технические условия, 1980.
3. Radiation sources for laboratory and industrial use 1974/5. The Radiochemical Centre Amersham, 1973.
4. Гордеев Я.Н., Синковский В.И., Каретин Е.А. и др. Изготовление нейтронных источников из калифорния-252: Препринт. ИИИАР-10(418). Дивизорвград, 1980.
5. Crandall J.L. Survey of Applications for  $^{252}\text{Cf}$ . - Isotopes and Radiation Technology. 1970, v.7, № 3, p.306-312.
6. ОСТ 95.10016-83. Источники излучения радиоактивные закрытые. Номенклатура показателей качества.
7. ОСТ 95.10017-83. Источники излучения радиоактивные закрытые. Методика определения качества и технического уровня.
8. ГОСТ 25926. Источники ионизирующего излучения радиоактивные закрытые. Классы прочности и методы испытаний.

Рукопись поступила в СНИИ  
5.04.85, обработана 25.09.85.  
Окончательно подготовлена  
авторами 20.11.85.

Владимир Леонидович Беркутов  
Ирина Александровна Владимирова  
Евгений Федорович Давыдов  
Валентин Иванович Карасев  
Евгений Александрович Карелин

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАКРЫТЫХ РАДИОНУКЛИДНЫХ  
ИСТОЧНИКОВ НЕЙТРОНОВ ТИПА ИЕК-3 и CVN-5

Редактор И.Л.Лялюшкина

---

Подписано к печати 11.11.85. Т-15472. Формат 60x90 1/16.  
Печать офсетная. Печ.л.С,7. Уч.-изд.л. С,5. Тираж 150 экз.  
Зак.тип.№ 1930 Цена 8 коп. Индекс 3624.

---

Отпечатано в Научно-исследовательском институте  
атомных реакторов им. В.И.Ленина  
433510, Димитровград-10, НИИАР

## **Н А С Т О Я Щ Е Е    И З Д А Н И Е    Н И И А Р а**

**ЯВЛЯЕТСЯ** самостоятельной, не всегда дублирующей в последствии в других изданиях ПУБЛИКАЦИЕЙ отдельных оригинальных научных трудов НИИАРа, на которую можно ссылаться в других публикациях, указывая при этом авторов, наименование, порядковый номер (НИИАР-...), год и место издания (Дмитровград).

**ИЗДАЕТСЯ** с целью более быстрой или более полной информации по сериям:

1. Ядерные реакторы
2. Методика и техника облучения
3. Радиационное материаловедение
4. Радиохимия
5. Ядерная физика
6. Вычислительная техника и электроника
7. Вычислительная математика и программирование
8. Информатика и управление

**ПЕЧАТАЕТСЯ** на ротапринте НИИАРа тиражом 150 экз.

**РАССЫЛАЕТСЯ** в научные организации, научно-технические библиотеки и отдельным лицам в соответствии с установленным порядком.

8 коп.

Индекс 3624

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАКРЫТЫХ  
РАДИОНУКЛИДНЫХ ИСТОЧНИКОВ НЕЙТРОНОВ  
ТИПА ИНК-3 И CVN-5

Препринт. НИИАР-10(656), 1985, 1-8.