

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

18-84-796

**Ю.В.Заневский, В.Д.Пешехонов, К.Хафнер,
Чан Дык Тхань**

**ОДНОКООРДИНАТНЫЙ ДЕТЕКТОР
ДЛЯ АНАЛИЗА ТОНКОСЛОЙНЫХ
РАДИОХРОМАТОГРАММ**

Направлено в журнал "Научная аппаратура", ПНР

1984

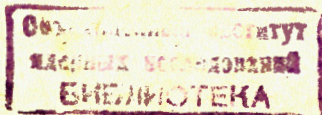
ВВЕДЕНИЕ

При микробиологических исследованиях широко применяются методы разделения многокомпонентных соединений с последующей локализацией отдельных компонентов и измерения их активностей в случае введения в них радионуклидной метки. Главным образом, используют β -активные радионуклиды. Для экспресс-анализа радиохроматограмм применяются установки на основе двухкоординатных пропорциональных камер ^{1,2/}. Представляют интерес также более доступные и простые в эксплуатации устройства. С целью создания в дальнейшем такого устройства, работающего на линии с микро-ЭВМ, разработан и исследован однокоординатный детектор β -излучения.

1. УСТРОЙСТВО ДЕТЕКТОРА

Детектор представляет собой проволочный пропорциональный счетчик с одной анодной проволокой диаметром 15 мкм, установленной по центру. Координатная информация снимается с двух концов электромагнитной линии задержки /ЛЗ/ ^{3/}, являющейся частью катода детектора, схематическое изображение которого представлено на рис.1. Расстояние между противоположными катодами 25 и 5 мм. Чувствительная площадь детектора ограничена размерами входного окна и равна 250x15 мм². Детектор продувается газовой смесью, которая поступает в чувствительный объем из газораспределительных каналов /1/ с поперечным сечением S через расположенные с шагом 20 мм отверстия диаметром $d = 0,3$ мм. Выполняется условие: $\Sigma \pi d^2 \ll S$.

Предусмотрено два режима работы детектора: с входным окном, закрытым алюминизированным майларом толщиной 12 мкм, и с открытым окном - в случае регистрации очень мягкого β -излучения, при этом вместо рамки с Al-майларом /4/ устанавливается рамка с проволочным электродом /5/, проволоки которого диаметром 0,1 мм совпадают по направлению с анодной проволокой и расположены с шагом 2 мм. Для улучшения параметров детектора при работе с открытым окном на расстоянии 1,5 мм от проволочного катода размещается дополнительный проволочный электрод 6 /диаметр проволоки 0,1 мм, шаг 2 мм/, на который можно прикладывать потенциал U_g . Анализируемый образец располагается под дополнительным электродом на расстоянии 1 мм.



Катод детектора находится под потенциалом земли, высоковольтное напряжение U_a подается на анод. Погонная задержка ЛЗ 2 нс/мм, импеданс ~ 360 Ом.

Сигналы с ЛЗ через усилители поступают на дискриминаторы, вырабатывающие сформированные по длительности импульсы, передний фронт которых "привязан" к вершине входного сигнала^{/3/}. Далее сигналы поступают на ВАК. Для координатных измерений применялся амплитудный анализатор. Сигналы с анодной проволоки использовались для настройки детектора. Блок-схема аппаратуры для исследования характеристик детектора приведена на рис.2.

2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕТЕКТОРА ПРИ РАБОТЕ С ОТКРЫТЫМ ВХОДНЫМ ОКНОМ

Детектор работает на газовой смеси аргона с 10% метана. С помощью γ -источника ^{55}Fe /энергия γ -квантов 5,9 кэВ/ снимаются счетные характеристики. На рис.3 приведены типичная счетная характеристика /кривая 1/ и величина анодных сигналов на выходе линейного усилителя /кривая 2/ в зависимости от напряжения U_a .

На рис.4 приведены зависимости величины анодного напряжения, соответствующего началу плато счетных характеристик, для различной скорости продува V . Видно, что необходимо условие $V \geq 250$ см³/мин. В дальнейшем все характеристики исследовались при скорости продува 300 см³/мин.

Величина δ , характеризующая дифференциальную неоднородность детектора в зависимости от координаты, представлена на рис.5. Измерения выполнены с помощью источника ^{55}Fe , перемещаемого с шагом 20 мм, δ определялось как $\delta = (N_1 - \bar{N}) / \bar{N}$ (%), где \bar{N} - средний уровень счета. Видно, что максимальная величина δ около $\pm 1\%$.

Величина собственных шумов детектора (N^*), определяющая чувствительность, в зависимости от U_a представлена на рис.6. Видно, что в рабочем режиме $N^* < 50$ соб./мин.

Пространственное разрешение детектора при регистрации излучения трития определялось с помощью образца, на который был нанесен радиоактивный препарат в виде пятен диаметром 1 мм с расстоянием между границами 0,8 мм.

Рис.7 показывает, что разрешение лучше чем 0,8 мм. Отношение средних величин $(A_1 - A_2) / A_1$ в зависимости от величины напряжения U_g представлено на рис.8, где A_1 и A_2 - измеренные значения счета в пятнах и между ними соответственно.

3. РАБОТА С ЗАКРЫТЫМ ВХОДНЫМ ОКНОМ ДЕТЕКТОРА

При работе с закрытым окном детектор продувался газовой смесью со скоростью 100 см³/мин.

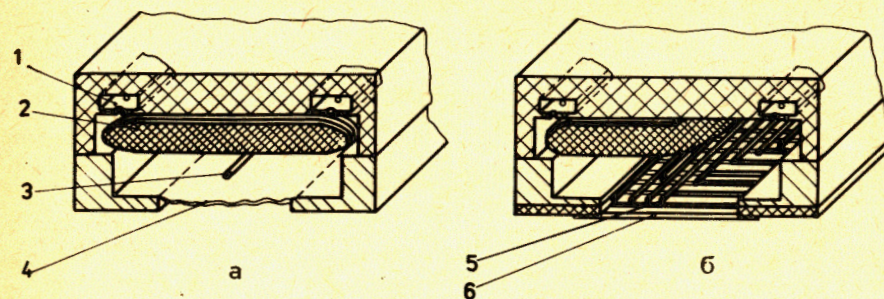


Рис.1. Схематическое изображение детектора: а - с закрытым входным окном; б - с открытым входным окном. 1 - газораспределительные каналы, 2 - линия задержки, 3 - анод, 4 - алюминизированный майлар, 5, 6 - проволочные электроды.

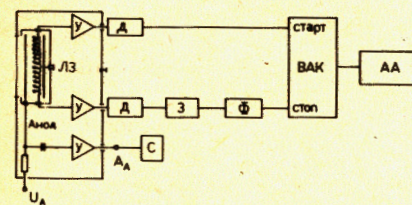


Рис.2. Блок-схема аппаратуры: У - линейные усилители, Д - дискриминатор, Ф - формирователь, З - блок задержки, АА - амплитудный анализатор, С - счетчик, ВАК - времяамплитудный конвертер.

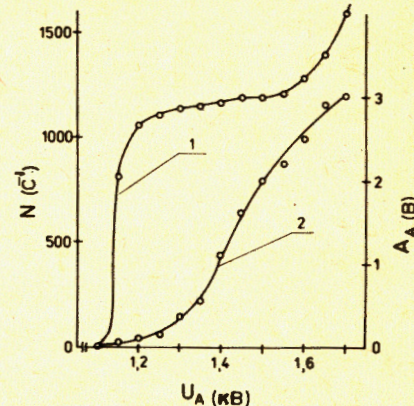


Рис.3. Счетная характеристика детектора /кривая 1/ и зависимость величины анодных сигналов от напряжения /кривая 2/. $V = 300$ см³/мин. Источник ^{55}Fe .

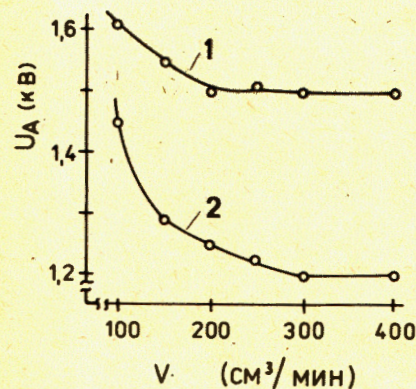


Рис.4. Зависимость величины анодного напряжения, обеспечивающего постоянный счет детектора, от скорости продува газа. Кривая 1 - счет - 1200 соб./с.; кривая 2 - 1000 соб./с. Источник ^{55}Fe .

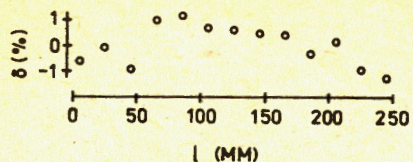


Рис. 5. Дифференциальная неоднородность детектора. $U_a = 1,45$ кВ.

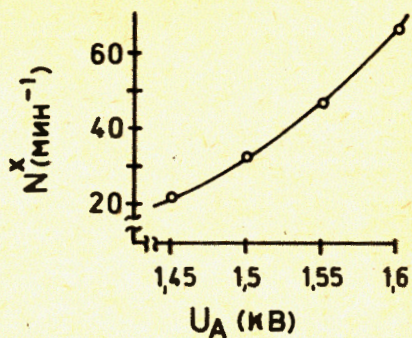


Рис. 6. Количество собственных шумов детектора в зависимости от напряжения.

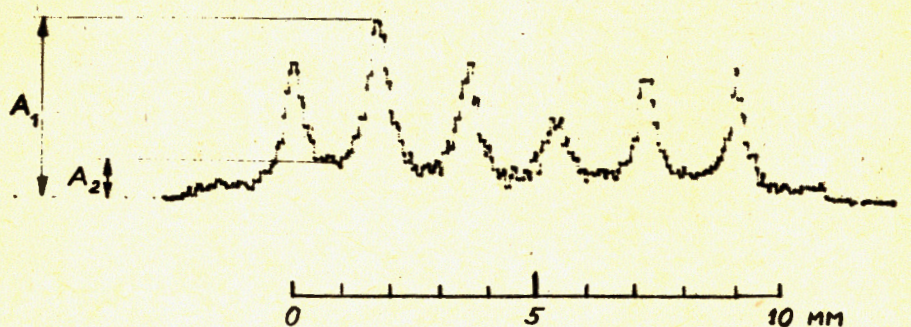


Рис. 7. Пространственное разрешение при регистрации ^3H . $U_a = 1,55$ кВ, $U_g = -200$ В.

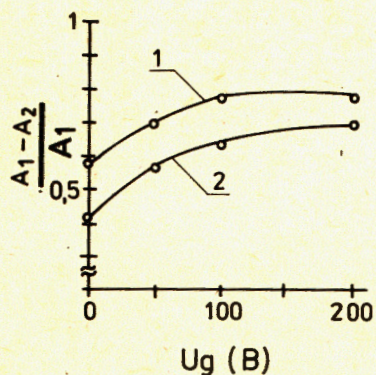


Рис. 8. Отношение величин $(A_1 - A_2) / A_1$ в зависимости от U_g . Кривая 1 - $U_a = 1,55$ кВ; кривая 2 - $U_a = 1,45$ кВ.

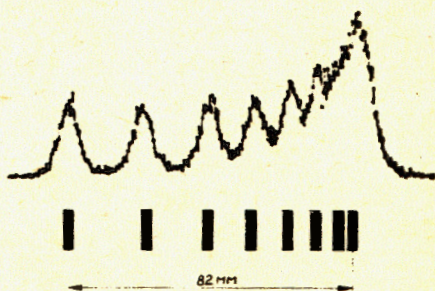


Рис. 9. Иллюстрация пространственного разрешения детектора в случае регистрации излучения ^{14}C . Измеряемые зоны выполнены в виде полос, геометрия представлена.

Собственное пространственное разрешение детектора, измеренное с помощью коллимированного источника ^{55}Fe , меньше 0,4 мм (FWHM).

Пространственное разрешение при работе с ^{14}C иллюстрирует рис. 9. Видно, что хорошо разделяются зоны, расстояние между границами которых ~4 мм. При работе с этим же образцом на детекторе с открытым окном получено такое же разрешение. Проведенная оценка чувствительности показала, что эффективность детектора ϵ при регистрации ^{14}C около 14%. Величина ϵ есть отношение измеренного счета к активности препарата в образце.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный детектор обладает хорошими пространственными характеристиками при высокой чувствительности. Детектор прост в эксплуатации и характеризуется высокой воспроизводимостью результатов измерений. Основные параметры приведены в таблице.

Таблица
Основные параметры детектора

Чувствительный размер	250x15 мм ²
Газ	Ar и 10% CH ₄
Скорость потока газа	
а/ открытое окно	15 л/ч
б/ закрытое окно	≤ 6 л/ч
Время подготовки к работе	~ 5 мин
Пространственное разрешение для точечного источника ^{55}Fe (FWHM)	0,4 мм
Расстояние между разрешаемыми областями:	
а/ ^3H	< 0,8 мм
б/ ^{14}C	3 ÷ 4 мм
Ожидаемая чувствительность:	
а/ ^3H	10 ÷ 30 pCi/мм ²
б/ ^{14}C	1 ÷ 3 pCi/мм ²

В заключение авторы благодарят Волкова Н.П., Михайлову М.Н., Мовчана С.А., Смыкова Л.П. за помощь в создании детектора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Anisimov Yu.S. et al. J.Chromatography, 1978, 178, p.117.
2. Abdushukurov D.A. et al. Nucl.Instr. and Meth., 1983, vol.217, p. 101.
3. Анисимов Ю.С. и др. ОИЯИ, 18-11348, Дубна, 1978.

СООБЩЕНИЯ, КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ, ПРЕПРИНТЫ И СБОРНИКИ ТРУДОВ КОНФЕРЕНЦИЙ, ИЗДАВАЕМЫЕ ОБЪЕДИНЕННЫМ ИНСТИТУТОМ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ЯВЛЯЮТСЯ ОФИЦИАЛЬНЫМИ ПУБЛИКАЦИЯМИ.

Ссылки на СООБЩЕНИЯ и ПРЕПРИНТЫ ОИЯИ должны содержать следующие элементы:

- фамилии и инициалы авторов,
- сокращенное название Института /ОИЯИ/ и индекс публикации,
- место издания /Дубна/,
- год издания,
- номер страницы /при необходимости/.

Пример:

1. *Первушин В.Н. и др. ОИЯИ, Р2-84-649, Дубна, 1984.*

Ссылки на конкретную СТАТЬЮ, помещенную в сборнике, должны содержать:

- фамилии и инициалы авторов,
- заглавие сборника, перед которым приводятся сокращенные слова: "В кн."
- сокращенное название Института /ОИЯИ/ и индекс издания,
- место издания /Дубна/,
- год издания,
- номер страницы.

Пример:

Колпаков И.Ф. В кн. XI Международный симпозиум по ядерной электронике, ОИЯИ, Д13-84-53, Дубна, 1984, с.26.

Савин И.А., Смирнов Г.И. В сб. "Краткие сообщения ОИЯИ", № 2-84, Дубна, 1984, с.3.

Рукопись поступила в издательский отдел
13 декабря 1984 года.

Принимается подписка на препринты и сообщения Объединенного института ядерных исследований.

Установлена следующая стоимость подписки на 12 месяцев на издания ОИЯИ, включая пересылку, по отдельным тематическим категориям:

ИНДЕКС	ТЕМАТИКА	Цена подписки на год
1.	Экспериментальная физика высоких энергий	10 р. 80 коп.
2.	Теоретическая физика высоких энергий	17 р. 80 коп.
3.	Экспериментальная нейтронная физика	4 р. 80 коп.
4.	Теоретическая физика низких энергий	8 р. 80 коп.
5.	Математика	4 р. 80 коп.
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия	4 р. 80 коп.
7.	Физика тяжелых ионов	2 р. 85 коп.
8.	Криогеника	2 р. 85 коп.
9.	Ускорители	7 р. 80 коп.
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных	7 р. 80 коп.
11.	Вычислительная математика и техника	6 р. 80 коп.
12.	Химия	1 р. 70 коп.
13.	Техника физического эксперимента	8 р. 80 коп.
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами	1 р. 70 коп.
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях	1 р. 50 коп.
16.	Дозиметрия и физика защиты	1 р. 90 коп.
17.	Теория конденсированного состояния	6 р. 80 коп.
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники	2 р. 35 коп.
19.	Биофизика	1 р. 20 коп.

Подписка может быть оформлена с любого месяца текущего года.

По всем вопросам оформления подписки следует обращаться в издательский отдел ОИЯИ по адресу: 101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79.

Заневский Ю.В. и др.

18-84-796
Однокоординатный детектор для анализа тонкослойных радиохроматограмм

Для проведения анализа микробиологических и биохимических образцов, подготовленных с помощью методов радиохроматографии и электрофореза, разработан и исследован однокоординатный детектор, позволяющий работать с радионуклидами - ^3H , ^{14}C , ^{32}P , а также ^{125}I . Детектор обладает высокой чувствительностью $\sim 1 \div 10 \text{ pCi /mm}^2$ и хорошим пространственным разрешением, так, для точечного источника ^{55}Fe ширина на полувысоте составляет 0,4 мм. В дальнейшем детектор войдет в состав установки, содержащей также микро-ЭВМ, устройства представления информации и сканирующее устройство.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод Л.Н.Барабаш

Zanevsky Yu.V. et al.

18-84-796
One-Dimensional Chamber for Analysis of Thin-Layer Radiochromatograms

To carry out the analysis of microbiological and biochemical samples prepared using the methods of radiochromatography and electrophoresis, a one-dimensional chamber has been developed and investigated. This chamber allows one to operate with ^3H , ^{14}C , ^{32}P and ^{125}I radionuclides. It has a high sensitivity of $1-10 \text{ pCi/mm}^2$ and a good space resolution. The space resolution of a point ^{55}Fe source (FWHM) is 0.4 mm. Further the chamber will be a part of the set-up which is also comprised of a microcomputer, a device for data presentation and a scanner.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984