

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

6760/83

18-83-668

Ю.С.Анисимов, Ю.В.Заневский, А.Б.Иванов,
С.А.Мовчан, В.Д.Пешехонов, Чан Дык Тхань,
С.П.Черненко, Л.Б.Каминир*, Э.Я.Крейндлин*,
Н.Б.Ульянов*, А.А.Черный*

ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА
НА ОСНОВЕ МПК
ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА
 β^- -АКТИВНЫХ ТОНКОСЛОЙНЫХ
РАДИОХРОМАТОГРАММ И ЭЛЕКТРОФОРЕГРАММ

Направлено в журнал
"Nuclear Instruments and Methods"

* Институт молекулярной биологии АН СССР, Москва

1983

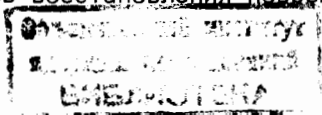
ВВЕДЕНИЕ

Многопроволочные пропорциональные камеры /МПК/ в последнее время нашли широкое применение в медико-биологических исследованиях. Среди наиболее перспективных областей применения следует указать рентгеновскую дифрактометрию, ядерную медицину, радиографию с помощью различных видов излучения, а также анализ тонкослойных хроматограмм и электрофореграмм /ТСРЭ/^{1-3/}. Хроматография и электрофорез в тонком слое характеризуются тем, что разделение вещества /в одном или двух направлениях/ происходит эффективно и с высокой точностью, что выдвигает подобные же требования к параметрам анализирующей аппаратуры.

Для метки биологически активных веществ, разделяемых хроматографией, широко используются β^- -активные изотопы ^3H , ^{14}C , ^{35}S , ^{32}P . Важным этапом анализа являются локализация зон препарата и определение их активности^{4/}. К детектору предъявляются следующие требования: 1/ неразрушающий двумерный анализ одновременно всей площади образца; 2/ высокие чувствительность и пространственное разрешение; 3/ возможность работы на линии с ЭВМ; 4/ быстрая и несложная подготовка образца к измерениям; 5/ надежность, простота в эксплуатации.

Традиционным детекторам - рентгеновской пленке и жидким органическим сцинтилляторам - присущ ряд принципиально неустранимых недостатков. Рентгеновская пленка обеспечивает высокое пространственное разрешение, однако имеет весьма низкую чувствительность, что увеличивает время экспозиции до недели. При этом количественный анализ затруднен вследствие нелинейности характеристик рентгеновской пленки и необходимости денситометрии. Жидкие органические сцинтилляторы имеют высокую чувствительность, но требуют разрушения анализируемого вещества, что также сопряжено с источниками ошибок и другими трудностями. Успешного решения задачи не дали также использование газового пропорционального счетчика и искровой камеры^{4,5/}. Существенным образом ситуация изменилась только в результате применения методики МПК^{3,6,7/}.

Впоследствии такой подход был успешно использован авторами работ^{8,9/} для изучения механизмов восстановления повреждений ДНК.



1. МПК с ЛЗ* - ДВУМЕРНЫЙ ДЕТЕКТОР β^- - АКТИВНЫХ ТОНКОСЛОЙНЫХ РАДИОХРОМАТОГРАММ И ЭЛЕКТРОФОРЕГРАММ

Проблема получения высоких значений эффективности регистрации и пространственного разрешения в случае использования пропорциональной камеры связана с крайне широким диапазоном энергий изотропно излучаемых β^- -частиц /от единиц кэВ до единиц МэВ/: $E_{\beta} \leq 18$ кэВ (^3H), $E_{\beta} \leq 156$ кэВ (^{14}C), $E_{\beta} \leq 1,7$ МэВ (^{32}P).

В работе /6/ была изучена возможность МПК с ЛЗ регистрировать β^- -излучение ТСРЭ. Исследования проводились с камерой, имеющей чувствительную площадь 200×200 мм² и межэлектродное расстояние 6 мм. Анодная плоскость намотана проволокой 20 мкм с шагом 2 мм, катодные - проволокой 100 мкм с шагом 1 мм. Газовый объем камеры, изолированный майларом толщиной 20 мкм, продувался смесью $\text{Ar} + \text{C}_4\text{H}_{10} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ /87%, 10%, 3%/. Для получения двухкоординатной информации катоды МПК наматывались во взаимно перпендикулярных направлениях. Проволоки анодной плоскости запаивались на общую шину. Координатная информация с катодных линий задержки поступала на дисплей и амплитудный анализатор. Низкий уровень шумов МПК / $\sim 10^{-3}$ с⁻¹.мм⁻²/, хорошее для ^3H и удовлетворительное для ^{14}C пространственное разрешение, высокая эффективность регистрации β^- -излучения /в случае ^3H имеется ввиду вышедшее из вещества ТСРЭ излучение/ показали перспективность такого подхода к решению проблемы.

Однако для практической реализации устройства, осуществляющего экспресс-анализ двумерных ТСРЭ, требовалось решить следующие вопросы: 1/ обеспечить доступ первичной ионизации, вызванной вышедшими из вещества ТСР короткопробежными β^- -частицами, в чувствительный объем камеры; 2/ радикально улучшить пространственное разрешение для ^{32}P , крайне неудовлетворительное вследствие больших пробегов изотропно излучаемых β^- -частиц высокоэнергетической части спектра; 3/ изыскать возможность исправления и коррекции внешнего фона и собственных шумов МПК; 4/ снабдить детектор вычислительным устройством и графическим дисплеем, что позволило бы существенно поднять уровень автоматизации, точность и скорость процесса обработки ТСРЭ.

2. АППАРАТУРА И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА УСТАНОВКИ

Основными узлами установки УРАН-2 /17/ являются: 1/ позиционно-чувствительный детектор /ПЧД/; 2/ электронная аппаратура регистрации и обработки данных; 3/ устройства управления и контроля; 4/ цветной телевизионный дисплей; 5/ ЭВМ СМ-4 с соответствующим математическим обеспечением и набором внешних устройств. Блок-схема установки приведена на рис.1.

* ЛЗ - электромагнитная линия задержки.

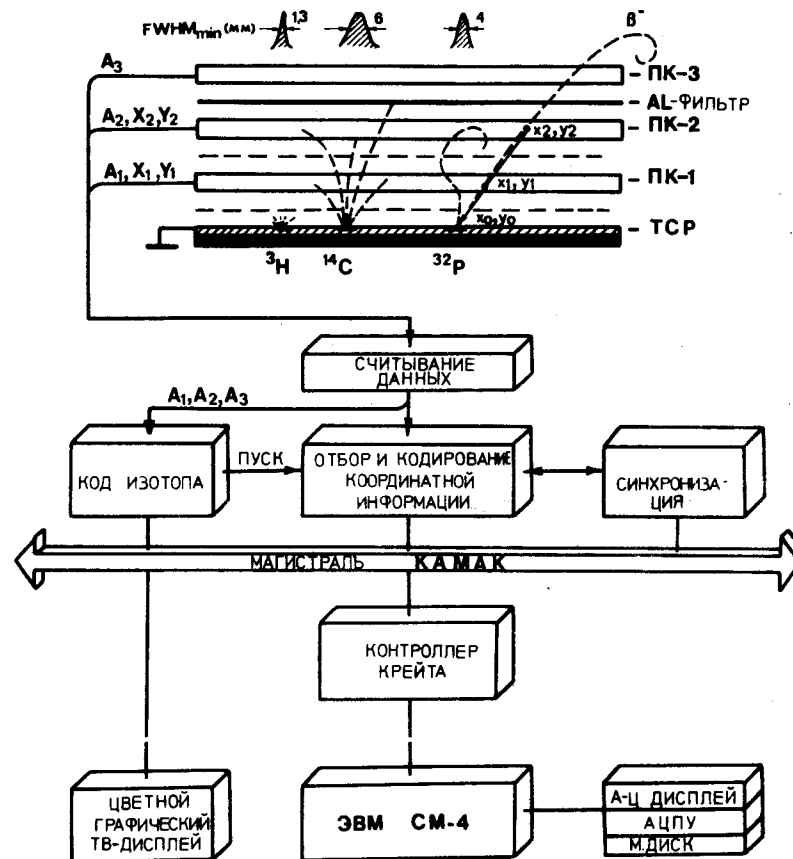


Рис.1. Блок-схема установки УРАН-2.

ПЧД создан на основе устройства для анализа тонкослойных радиохроматограмм и радиоэлектрофореграмм, предложенного с целью ускорить процесс анализа указанных объектов и осуществить идентификацию изотопов /10/. На рис.2 показано схематическое изображение конструкции детектора /11/, состоящего из трех /ПК-1, ПК-2 и ПК-3/ пропорциональных камер с дрейфовыми промежутками, помещенными в единый газовый объем. Рабочая площадь ПК-1 - 240×240 мм²; ПК-2 и ПК-3 - 300×300 мм². Анодные плоскости камер /А₁/ намотаны золоченой вольфрамовой проволокой диаметром 20 мкм с шагом 2 мм. Проволоки анодной плоскости выводятся на общую шину. Катодные плоскости /К₁/ выполнены из проволоки /бериллиевая бронза/ диаметром 0,1 мм с шагом 1 мм. Межэлектродные расстояния камер составляют 4 мм. Проволочные электроды Д1 и Д2 и

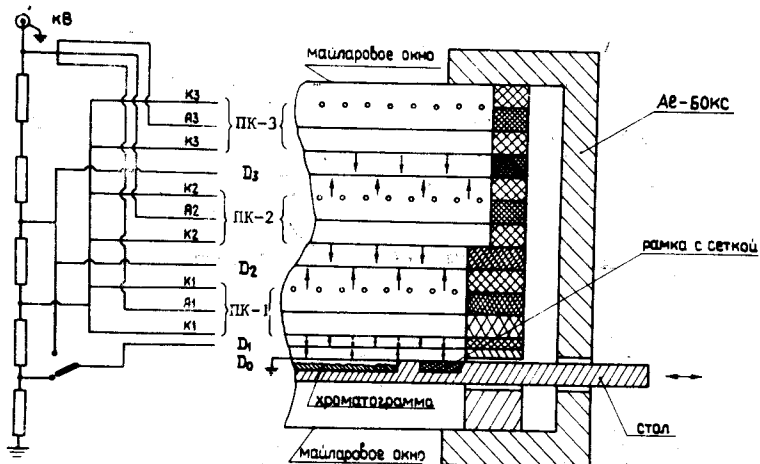


Рис. 2. Позиционно-чувствительный детектор.



Рис. 3. Общий вид установки УРАН-2. Показан момент установки ТСРЭ в газовый объем детектора.

электрод D_3 из алюминиевой фольги /толщиной 0,45 мм/ служат для создания электрического дрейфового поля в близлежащих к катодам камер газовых объемах. Электрод D_3 , кроме того, служит фильтром, поглощающим излучаемые β^- -частицы ниже определенной энергии $E_\beta < 0,5$ МэВ. Ограничиваемый алюминиевым боксом с майларовыми окнами объем детектора продувается газовой смесью $Ag + CO_2 + C_6H_6$ /82%, 15%, 3%/. С ПК-1 и ПК-2 снимается координатная информация; анодные сигналы считываются со всех трех камер.

Анализируемая ТСРЭ размером до 200×200 мм² устанавливается на препаратный столик, закрывается заземляемым электродом D_0 и вводится через паз в газовый объем детектора. На рис. 3 показан детектор в момент размещения в нем ТСРЭ. Плоскость ТСРЭ практически вплотную примыкает к электроду D_0 , вследствие чего возникающее в дрейфовом промежутке D_0-D_1 электрическое поле обеспечивает

доступ первичной ионизации от низкоэнергетичных частиц в чувствительный объем ПК-1.

На основе первой модификации ПЧД /с одной координатной камерой ПК-1/ была создана автономная установка УРАН-1^{12/}. Аппаратура накопления и обработки данных в этом случае базировалась на телевизионное устройство, созданное на основе кремниевой трубки типа "Lithoson"^{13/}. На этой относительно простой, удобной в эксплуатации и недорогой установке отработана методика исследования ТСРЭ, меченных 3H и ^{14}C , и получены экспериментальные результаты^{14/}. Однако, как отмечалось еще в работе^{15/}, введение второй координатной камеры /ПК-2/ и вычислительного устройства должно существенно улучшить параметры установки и помочь полностью извлечь преимущества методики МПК.

Считывание двухкоординатной информации осуществляется посредством катодных ЛЗ с погонной задержкой $\tau \approx 2$ нс·мм⁻¹. Сигналы снимаются с двух концов ЛЗ при помощи малошумящих усилителей, имеющих коэффициент усиления $K_u \sim 300$, и подаются на дискриминаторы нуля. Собственное разрешение электроники съема ~ 3 нс /FWHM/. С помощью данной аппаратуры получено плато счетных характеристик ~ 150 В для ^{32}P и ^{14}C /по сумме отсчетов ПК-1 ÷ ПК-3 и ПК-1 ÷ ПК-2 соответственно/. Далее сигналы обрабатываются временным процессором, отбирающим события, характеризующиеся наличием только одного сигнала в каждом регистрирующем тракте. Цифровое кодирование временных интервалов производится время-цифровыми преобразователями, работающими по методу интерполяции /с шагом 2 нс/ периода основной тактовой частоты /125 мГц/. Ширина канала дискретизации составляет 0,5 мм, что согласуется с требованием достижения максимального пространственного разрешения для 3H .

Передача данных в ЭВМ производится по программному каналу. На каждое событие передаются координаты одной или двух точек трека частицы, и, если необходимо, - код зарегистрированного совпадения анодных сигналов.

Программное обеспечение системы для экспресс-анализа тонкослойных радиохроматограмм и электрофореграмм состоит из двух программ. Первая осуществляет управление установкой и прием зарегистрированной информации. Вторая предназначена для обработки и визуализации накопленной информации. Все программы написаны на языке фортран и предназначены для работы в диалоговом режиме. Программы реализованы на малой ЭВМ СМ-4.

Связь детектора УРАН-2 с ЭВМ осуществляется посредством контроллера, выполненного в стандарте КАМАК. Детектор позволяет различать распады изотопов 3H , ^{14}C , ^{32}P . Таким образом, имеется возможность анализировать образцы с веществом, меченным смесью указанных изотопов. Код анализируемого изотопа /для смеси изотопов/, а также общее число распадов, которое требуется зарегистрировать, задаются пользователем с терминала ЭВМ. В дальнейшем регистрируются распады только указанных изотопов. Предусмотрено восстановление траекторий β^- -частиц в точку вылета из препарата.

Для визуализации информации о распределении активностей в образце используется цветной телевизионный монитор, управляемый дисплеем-драйвером, выполненным в стандарте КАМАК, а также алфавитно-цифровой дисплей и АЦПУ.

Для улучшения качества изображения предусмотрены цифровая фильтрация матрицы активностей^{16/}, вычитание шумов МПК, а также некоторые корректирующие преобразования матрицы активностей. Шумы МПК /незначительно меняющиеся во времени/ ухудшают качество изображения радиохроматограмм, содержащих изотопы с мягким β^- -излучением (^3H). Накопив информацию о таких шумах и записав ее на накопитель на магнитных дисках, их можно учитывать в процессе формирования матрицы активностей. Случайные же шумы, как правило, проявляются в виде отдельных пространственно декоррелированных импульсов, и могут быть эффективно подавлены сглаживающими низкочастотными фильтрами. В зависимости от характера препарата /размера пятен, их взаимного расположения/, целесообразно подбирать тот или иной тип фильтра, либо определенную последовательность фильтров, позволяющих улучшить визуальные параметры изображения с минимальными информационными потерями. Программа содержит следующий набор цифровых фильтров: сглаживающие, контрастирующие, медианные с крестообразным "окном". В некоторых случаях, для лучшей визуализации изображения, можно преобразовать матрицу активностей, используя следующие методы: подчеркивание и выделение контуров, скользящая коррекция.

3. АНАЛИЗ РАДИОХРОМАТОГРАММ И ЭЛЕКТРОФОРЕГРАММ

Процедура анализа радиохроматограмм на установке УРАН-2 состоит из трех последовательных этапов: 1/ подготовки ТСРЭ к исследованию /размещение в газовом объеме детектора и установка рабочего режима ПЧД/; 2/ набора данных; 3/ обработки накопленной информации.

Подготовительный этап. Поскольку размещение ТСРЭ в ПЧД связано с частичной разгерметизацией газового объема детектора, то требуется некоторое время для выхода устройства на рабочий режим. Установление рабочего режима контролируется по а/стабильности эффективности регистрации β^- -излучения вещества; б/уровню шумов ПК-1 ÷ ПК-3 при номинальном значении напряжения высоковольтного питания. Указанная процедура занимает время ~10 мин.

Накопление информации. Размеры межэлектродных расстояний ПЧД и толщина А1-фильтра таковы, что ПК-3 регистрирует только β^- -частицы с начальной энергией больше 0,5 МэВ, ПК-2 - больше 100 кэВ, а ПК-1 - практически весь спектр β^- -частиц, излучаемый изотопами ^3H , ^{14}C , ^{32}P . Анализируя комбинации совпадений анодных сигналов, можно отдельно регистрировать высокоэнергетичные участки спек-

тров излучения ^{14}C и ^{32}P и выделять излучение ^3H по отсутствию длиннопробежных β^- -частиц. Наличие совпадений А1-А2-А3 свидетельствует о регистрации излучения ^{32}P ; регистрация совпадений вида А1-А2-А3 указывает на детектирование излучения ^{14}C ; регистрация только комбинаций вида А1-А2-А3 возможна лишь при детектировании тритиевого излучения. Типы совпадений, которые должны приводить к регистрации события, задаются в специально разработанном блоке отбора по программе ЭВМ перед началом экспозиции. Время накопления данных определяется активностью зон ТСРЭ и составляет обычно ~30 мин.

Обработка данных, заключающаяся в определении контуров радиоактивных зон ТСРЭ и вычислении в них числа накопленных событий, осуществляется оператором в диалоговом режиме. Время обработки исчисляется минутами.

4. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ УСТАНОВКИ

Для изотопов ^3H , ^{14}C и ^{32}P оценены и экспериментально определены предельно достижимые пространственное разрешение, чувствительность, а также способность идентификации изотопов метки.

4.1. Пространственное разрешение

Пространственное разрешение измерялось с помощью сформированных зон круглой формы /для ^3H - диаметром ~0,5 мм, для ^{14}C и ^{32}P - 2 мм/ и характеризовалось среднеквадратичной ошибкой зарегистрированных распределений.

^3H . Малая величина реальных пробегов $R\beta\beta^-$ -частиц для значительной части спектра излучения ^3H и ее эффективная регистрация позволили достичь высокого разрешения $\sigma_x \approx \sigma_y \approx 0,5$ мм, что дает возможность надежно разделить объекты малых размеров /~1 мм/ с расстоянием между границами $\approx 1,5$ мм /рис. 4/.

^{14}C . При детектировании излучения ^{14}C было получено разрешение $5 \div 6$ мм /FWHM/, что хорошо согласуется с расчетным для случая отсутствия паразитного поглощающего слоя вещества.

^{32}P . Удовлетворительное разрешение в случае использования ^{32}P было достигнуто путем применения процедуры экстраполяции в точку вылета траекторий длиннопробежных β^- -частиц, испытывающих небольшое отклонение трека на пути от ТСРЭ к ПК-2. Реконструкция производилась по двум точкам, зарегистрированным камерами ПК-1 и ПК-2; получено пространственное разрешение FWHM = 4 мм.

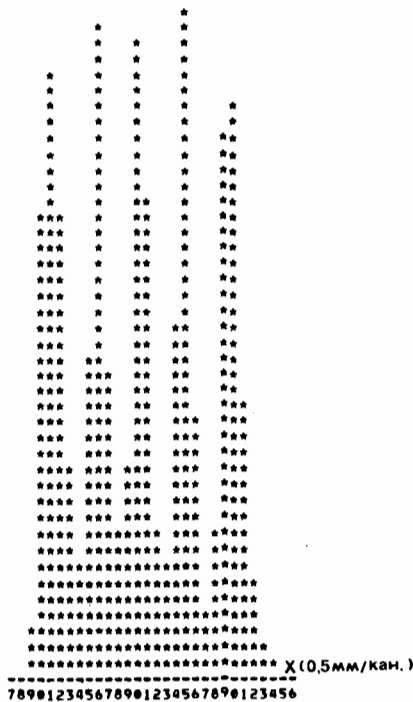


Рис.4. Гистограмма распределений, полученная при регистрации зон, содержащих ^3H . Расстояние между границами пятен $\leq 1,5$ мм.

4.2. Чувствительность

Чувствительность прибора удобно оценивать значением времени экспозиции T_3 , необходимым для достижения заданного уровня статистической ошибки δ_1 /относительная среднеквадратичная погрешность/. Полагая, что шумы МПК и внешний фон за время экспозиции не изменяются и, следовательно, могут быть предварительно измерены с большой точностью и использованы для вычитания из зарегистрированного изображения, имеем:

$$T_3 = \frac{1 + \frac{(J_\phi + J_M) P}{\epsilon_D \cdot A_{\text{и}}}}{\delta_1^2 \cdot \epsilon_D \cdot A_{\text{и}}}$$

где $A_{\text{и}}$ - внесенная активность исследуемой зоны, P - ее площадь, ϵ_D - эффективность регистрации детектора, J_ϕ , J_M - удельные /на единицу площади/ интенсивности счета фона и шумов детектора.

^3H . В случае использования трития, когда регистрируются совпадения вида $A1 \cdot A2 \cdot A3$, $J_\phi = 0$. Шумы ПК-1 в рабочем режиме составляют $J_{\text{ш}} \approx 3$ пКи $\cdot \text{см}^{-2}$. Приняв диаметр минимально возможной для анализа поверхности ТСРЭ $\approx 3\text{FWHM}$, получим $P_{\text{min}} \approx 0,2$ см². Максимальное значение ϵ_D , полученное при отсутствии поглощения в веществе носителя с учетом 2π геометрии, составляло $\approx 20\%$. В реальных условиях эта величина может быть существенно меньше вследствие поглощения низкоэнергетичных частиц в веществе ТСРЭ. На рис.5а приведены зависимости $T_3 = f(A_{\text{и}}, P)$ для $\epsilon_D = 20\%$ и $\epsilon_D = 5\%$.

^{14}C . Для ^{14}C можно использовать совпадения $A1 \cdot A2 \cdot A3 + A1 \cdot A2 \cdot A3$ / $\epsilon_D = 50\%$ /, и $A1 \cdot A2 \cdot A3$ / $\epsilon_D = 20\%$ /. В первом случае $J_\phi = 0$, $J_{\text{ш}} \approx 3$ пКи $\cdot \text{см}^{-2}$ во-втором - $J_\phi = 0$, $J_{\text{ш}} \approx 0$. Минимально регистри-

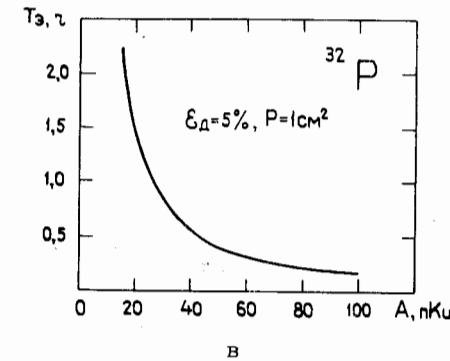
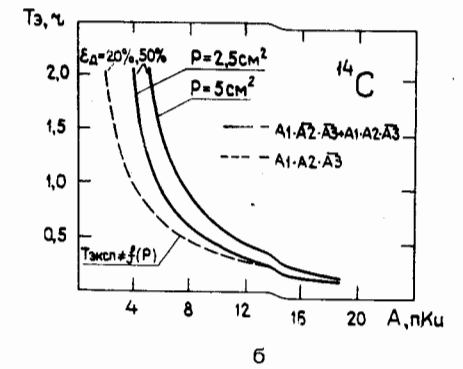
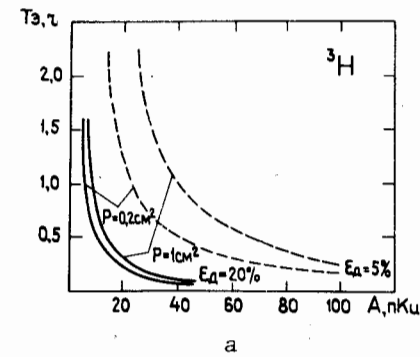


Рис.5. Кривые, характеризующие чувствительность установки УРАН-2, для а/ ^3H , б/ ^{14}C , в/ ^{32}P . $A_{\text{и}}$ - внесенная активность, T_3 - время экспозиции, необходимое для получения статистической точности $\delta_1 = 10\%$.

руемая площадь принята равной $P_{\text{min}} = 2,5$ см². Зависимость $T_3 = f(A_{\text{и}}, P)$ приведена на рис.5б.

^{32}P . В данном случае регистрируются только совпадения вида $A1 \cdot A2 \cdot A3$, поэтому $J_{\text{ш}} \approx 0$, $J_\phi \approx 1$ пКи $\cdot \text{см}^{-2}$. Измеренное значение $\epsilon_D \approx 5\%$ /малая величина ϵ_D обусловлена поглощением частиц в $A1$ - фильтре/. Исходя из пространственного разрешения $\text{FWHM} = 4$ мм выбрано $P_{\text{min}} \approx 1$ см². Зависимость $T_3 = f(A_{\text{и}})$ для $P = P_{\text{min}}$ приведена на рис.5в.

4.3. Идентификация изотопов метки

Способность установки идентифицировать изотопы ^3H , ^{14}C , ^{32}P иллюстрируется таблицей, в которой приведены относительные скорости счета зарегистрированных комбинаций анодных сигналов ПК-1 ÷ ПК-3 для различных меток /7/. Долевое соотношение счетов не изменяется во времени и может быть поэтому использовано для идентификации изотопов и определения их относительных активностей /с учетом эффективности регистрации/ как в одной, так и в разных зонах.

Таблица

Вид изотопа	Относительная скорость счета			ϵ_d (%)*
	$A1 \cdot \overline{A2 \cdot A3}$	$A1 \cdot A2 \cdot \overline{A3}$	$A1 \cdot A2 \cdot A3$	
^3H	100	0	0	20
^{14}C	62	38	0	50
^{32}P	29	59	12	40

* ϵ_d - абсолютная суммарная / $A1 \cdot \overline{A2 \cdot A3}$ $A1 \cdot A2 \cdot \overline{A3}$ $A1 \cdot A2 \cdot A3$ / эффективность детектора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Созданная и исследованная в Объединенном институте ядерных исследований установка УРАН-2 успешно эксплуатируется в настоящее время в Институте молекулярной биологии АН СССР^{/17/}.

Применение методики пропорциональных камер позволило сократить время обработки тонкослойных радиохромограмм с нескольких дней и недель до часа или даже десятков минут и осуществить неразрушающий гибкий автоматизированный экспресс-анализ.

Авторы благодарят академика А.М.Балдина за постоянный интерес к работе и поддержку, а также профессора Э.И.Будовского за полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Charpak G. Applications of Proportional Chambers to Some Problems in Medicine and Biology. Nucl. Instr.Meth., 1978, vol. 156, No.(1,2), p.1.
2. Заневский Ю.В. Проволочные детекторы элементарных частиц. Атомиздат, М., 1978.
3. Anisimov Yu.S. et al. Nucl.Instr.Meth., 1980, vol.176,p.67.
4. Шеллард Э. Количественная хроматография на бумаге и в тонком слое. "Мир", М., 1971.
5. Aoyata T., Watanbe T. Nucl.Instr. and Methods, 1978, vol.150, p.203.
6. Zanevsky Yu.V. et al. Nucl.Instr.Meth., 1978, vol.153,p.445.
7. Anisimov Yu.S. et al. J.Chromatogr.,1979,vol.178, p.117.

8. Bellazini R. et al. Nucl.Instr.Meth., 1981, vol.190, No.3, p. 627.
9. Bellazini R. et al. Preprint Inst. Naz.Fis.Nucl., INFN/TC-82/1, Piza, Italy, 1982.
10. Заневский Ю.В. и др. Авт.свид. СССР № 624162 от 24.01.77г. Бюллетень ОИПОТЗ, 1978, № 34, с.139.
11. Заневский Ю.В. и др. ОИЯИ, P13-11310, Дубна, 1978.
12. Анисимов Ю.С. и др. В кн.: III Международное совещание по пропорциональным и дрейфовым камерам. ОИЯИ, D13-11907, Дубна, 1978 с.245.
13. Анисимов Ю.С. и др. ОИЯИ, 18-11346, Дубна, 1978.
14. Заневский Ю.В. и др. В кн.: IV совещание по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. ОИЯИ, P18-82-117, Дубна, 1982, с.396.
15. Анисимов Ю.С. и др. ОИЯИ, 18-11347, Дубна, 1978.
16. Прэтт У. Цифровая обработка изображений, "Мир", М., 1982, т.2.
17. Балдин А.М. и др. ОИЯИ, P18-82-117, с.78.

Рукопись поступила в издательский отдел
21 сентября 1983 года

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

ДЗ-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12036	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
Д1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
Д1,2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
Д17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
Д1,2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
Р18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
Д2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
Д9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
ДЗ,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Анисимов Ю.С. и др. 18-83-668
Высокочувствительная установка на основе МПК для неразрушающего экспресс-анализа β^- -активных тонкослойных радиохроматограмм и электрофореграмм

Описывается работающая на линии с ЭВМ высокочувствительная установка УРАН-2 для неразрушающего экспресс-анализа тонкослойных радиохроматограмм и электрофореграмм, содержащих вещества, меченные изотопами ^3H , ^{14}C , ^{32}P , ^{35}S . Позиционно-чувствительный детектор состоит из трех многопроволочных камер с дрейфовыми промежутками и алюминиевым фильтром. Образец вводится в чувствительный газовый объем детектора. Накопленная и обработанная в ЭВМ информация выводится на экран цветного телевизионного дисплея. Разрешение /FWHM/ составляет 1,5 мм(^3H), 6 мм(^{14}C) (^{14}C) и 4 мм(^{32}P); чувствительность (5÷10) пКи/см². Установка позволяет сократить время эксперимента примерно на два порядка по сравнению с рентгеновской пленкой.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.
Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Anisimov Yu.S. et al. 18-83-668
Highly Sensitive Device Based on MWPS for Nondestructive Express-Analysis of β^- -Active Thin-Layer Chromatograms and Electrophoresis

A highly sensitive device URAN-2 operating on-line with a computer is described. It is used for nondestructive analysis of thin-layer chromatograms and electrophoresis labelled with ^3H , ^{14}C , ^{32}P and ^{35}S . A position sensitive detector of the device comprises three multiwire proportional chambers with drift gaps and an aluminium filter. A chromatogram is introduced into an active volume of the detector. Information accumulated and processed in the computer is displayed on a colour TV-monitor. The resolution is 1.5 mm(^3H), 6 mm(^{14}C), and 4 mm(^{32}P); the sensitivity is (5-10) pCi/cm². The device permits the time of analysis on chromatograms to be decreased approximately by two orders of magnitude as compared to film.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Первод О.С.Виноградовой