

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



A-674

2870/2-78

18 - 11346

Ю.С.Анисимов, Ю.В.Заневский, А.Б.Иванов,
С.П.Черненко

ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА РЕГИСТРАЦИИ,
ОБРАБОТКИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ
ИНФОРМАЦИИ УСТАНОВКИ
ДЛЯ РАДИОИЗОТОПНОГО АНАЛИЗА
ТОНКОСЛОЙНЫХ ХРОМАТОГРАММ

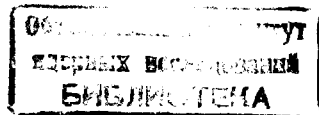
1978

18 - 11346

Ю.С.Анисимов, Ю.В.Заневский, А.Б.Иванов,
С.П.Черненко

ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА РЕГИСТРАЦИИ,
ОБРАБОТКИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ
ИНФОРМАЦИИ УСТАНОВКИ
ДЛЯ РАДИОИЗОТОПНОГО АНАЛИЗА
ТОНКОСЛОЙНЫХ ХРОМАТОГРАММ

Направлено в "Nuclear Instruments and Methods"



Анисимов Ю.С. и др.

18 - 11346

Электронная система регистрации, обработки и визуализации информации установки для радиоизотопного анализа тонкослойных хроматограмм

Описана электронная система регистрации, обработки и визуализации информации установки для радиоизотопного анализа тонкослойных хроматограмм.

Анализируя данные с позиционно-чувствительного детектора, система производит накопление информации о локализации радиоактивных зон и осуществляет измерение интенсивностей излучения изотопов ^3H , ^{14}C , ^{32}P . Для представления результатов обработки информации используются телевизионный монитор и цифропечатающее устройство. Система состоит из 11 типов электронных блоков, основная часть которых выполнена в стандарте КАМАК.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

Anisimov Ju.S. et al.

18 - 11346

Electronic System for Data Registration, Procession and Displaying in the Device for Radioisotopic Analysis of Thin-Layer Chromatograms

An electronic system for data registration, procession and displaying in the device for radioactive analysis of thin layer chromatograms is described. By analysing data from position-sensitive detector the system realizes the accumulation of information on localization of radioactive zones and measures ^3H , ^{14}C , ^{32}P isotope radioactive intensities. For displaying the data procession results the TV monitor and printer are utilized. The system consists of 11 type electronic units, mainly performed in CAMAC standard.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research.

Dubna 1978

© 1978 Объединенный институт ядерных исследований Дубна

ВВЕДЕНИЕ

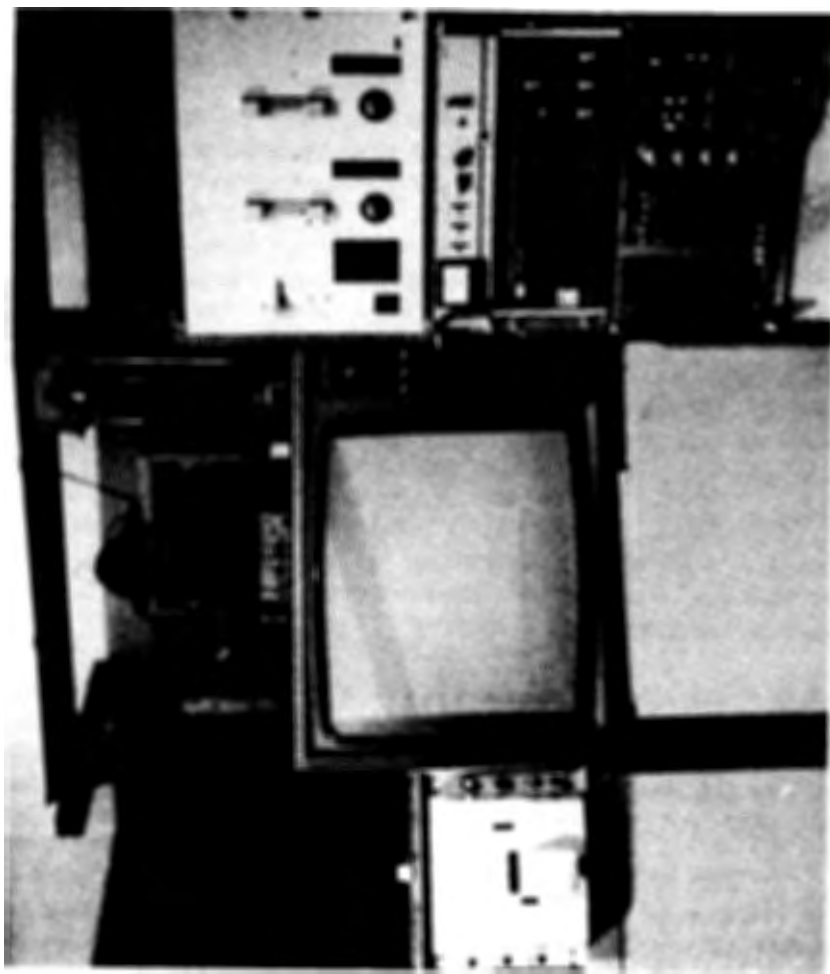
Тонкослойная радиохроматография - эффективный и точный метод разделения и идентификации микроколичеств веществ различных многокомпонентных смесей. Метод широко применяется в изучении биологически активных веществ, меченных изотопами ^3H , ^{14}C , ^{32}P . Использование пропорциональных камер /ПК/ для количественного и качественного анализа радиохроматограмм /1-3/ позволяет устранить ряд недостатков, свойственных известным методам /4-7/. Значительно ускоряется процесс локализации радиоактивных зон хроматограммы, измерения их активности и идентификации вида изотопа.

Скорость, качество и практическое использование установок для исследования радиохроматограмм с помощью ПК во многом определяются применяемой электронной аппаратурой.

Электроника должна обеспечить анализ поступающей с ПК информации, представление объекта изучения в удобном для визуального восприятия виде, необходимую точность, быстродействие и автоматизацию исследований, простоту и надежность в эксплуатации.

В настоящей работе описывается электронная система установки для радиоизотопного анализа тонкослойных хроматограмм /УРАН/³. Общий вид электронной системы приведен на рис. 1.

Рис. 1. Общий вид электронной аппаратуры установки для радиоизотопного анализа хроматограмм с помощью позиционно-чувствительного детектора.



1. ЛОКАЛИЗАЦИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ЗОН И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВИДА ИЗОТОПА

Меченная изотопами ^3H , ^{14}C , ^{32}P хроматограмма помещается в бокс, в котором расположена система из трех пропорциональных камер ПК1÷ПК3 со взаимно параллельными плоскостями^{/2/}. Координатная информация снимается с катодов ближайшей к образцу ПК1 /плоскости камеры параллельны плоскости подложки хроматограммы/ с помощью двух электромагнитных линий задержки /ЛЗ/^{/8,9/}. Линии задержки перекрывают чувствительную область регистрации $\approx 200 \times 200 \text{ мм}^2$. Координатная информация содержится в величинах временных интервалов, определяемых задержкой сигналов с ЛЗ /стоп - X, стоп - Y / относительно сигнала с анодной плоскости /старт/. Величина погонной задержки ЛЗ составляет $\approx 4 \text{ нс/мм}$.

Идентификация вида изотопа производится по комбинации совпадений анодных сигналов сработавших ПК. Для определения вида изотопа используется существенное различие длин пробега β^- -частиц, испускаемых изотопами ^3H , ^{14}C , ^{32}P .

В соответствии с этим электронная аппаратура кодирует вид изотопа следующим образом:

сработавшие ПК	вид изотопа
ПК1	^3H
ПК1+ПК2	^{12}C
ПК1+ПК2+ПК3	^{32}P

2. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ

Функциональная схема электронной аппаратуры приведена на рис. 2.

Электронная система выполняет следующие основные функции:

- усиление и дискриминацию анодных и катодных сигналов;
- быстрый отбор событий и кодирование вида изотопа;

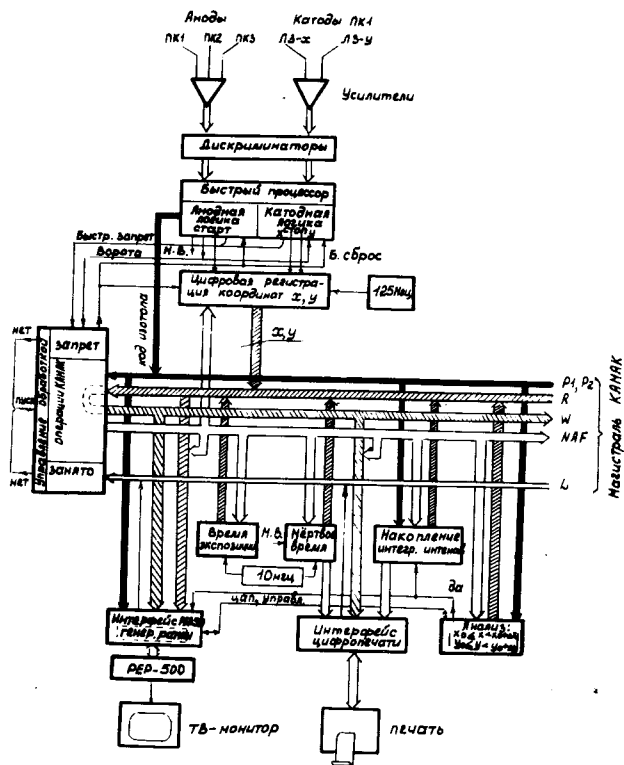


Рис. 2. Функциональная схема электронной системы регистрации, обработки и визуализации информации установки радиоизотопного анализа тонкослойных хроматограмм.

- цифровую регистрацию координатной информации, времени экспозиции и мертвого времени;
- анализ попадания координат события в "зону интереса" /область хроматограммы, ограниченную прямоугольной рамкой, координаты которой задаются оператором/.
- формирование в запоминающем устройстве типа РЕР-500/10/ трехмерной (X×Y×I) картины /"изображения"/, характеризующей распределение интенсивности излучения по площади хроматограммы, где X, Y - координаты

- элемента площади хроматограммы, I - интенсивность излучения данного элемента площади;
- одновременное измерение интенсивностей излучения изотопов ^3H , ^{14}C , ^{32}P в "зоне интереса",
- задание времени экспозиции (T_3) и измерение мертвого времени (T_{II});
- вывод числовой информации на цифropечатающее устройство типа БЗ-15;
- вывод информации, характеризующей локализацию радиоактивных зон хроматограммы, на экран телевизионного /ТВ/ монитора;
- выполнение вспомогательных операций.

3. БЛОКИ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ

Электронная аппаратура, за исключением установленных в боксе усилителей, выполнена в стандарте КАМАК и размещена в одной крейте /рис. 3/.

Электронные блоки выполняют законченные функциональные операции, что дает им определенную универсальность. Электронная система состоит из 11 типов блоков.

3.1. Усилители типа 2А-006

Двухканальные усилители типа 2А-006 осуществляют линейное усиление анодных и катодных сигналов. Усилители рассчитаны на работу с сигналами обеих полярностей /в соответствии с полярностью рабочего сигнала на плате усилителя распаивается предусмотренная переключка/ и на возможность дискретного изменения коэффициента усиления по напряжению (K_u). Максимальное значение $K_u = 200$. Собственный уровень шумов усилителя $15 \cdot 10^{-6}\text{В}$. Выходной каскад усилителя позволяет работать с низкоомной нагрузкой.

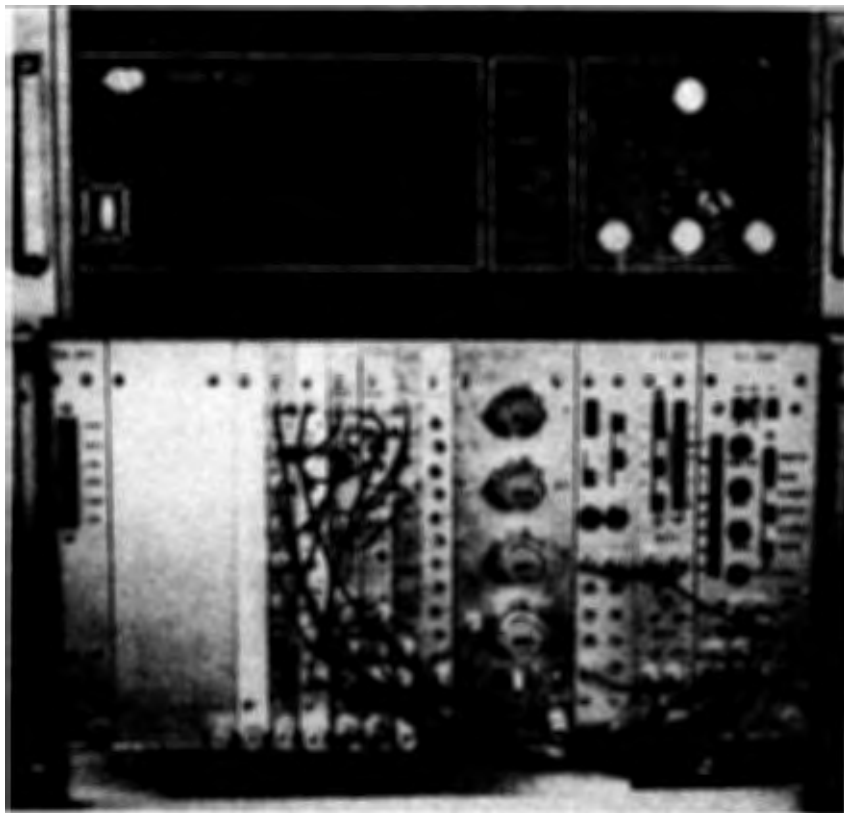


Рис. 3. Общий вид системы электронной аппаратуры в крейсе КАМАК.

3.2. Дискриминаторы типа Д-201

Дискриминаторы типа Д-201 формируют входной сигнал по уровню и длительности. Передний фронт выходного сигнала "привязан" к вершине входного импульса. Порог срабатывания дискриминатора регулируется в пределах $30 \div 100$ мВ. В модуле КАМАК однократной ширины размещено 4 канала дискриминации.

3.3. Блок анодной логики типа ЛТ-202

Блок анодной логики типа ЛТ-202 входит в состав быстрого процессора, состоящего из блоков ЛТ-202 и ЛТ-203. Блок ЛТ-202 обрабатывает временную последовательность анодных сигналов с ПК1-ПК3 и на основании комбинаций их совпадений определяет и, соответственно, кодирует вид изотопа, испустившего зарегистрированную β^- -частицу. Код вида изотопа выводится на шины КАМАК Р1, Р2. По переднему фронту импульса с ПК1 блок вырабатывает сигналы "ворота" и "мертвое время". В случае регистрации ПК1 более одного импульса за время длительности сигнала "ворота" блок ЛТ-202 генерирует импульс "запрет".

Блок приводится в исходное состояние сигналами $(C + Z) \cdot S2 +$ "быстрый сброс". Загрузочная способность блока - до 10^6 имп/с.

3.4. Блок катодной логики типа ЛТ-203

Блок типа ЛТ-203 обрабатывает временную последовательность катодных сигналов "стоп - X" и "стоп - Y" /координатная информация/. В случае регистрации более одного сигнала или отсутствия сигнала в любом из двух координатных трактов за время длительности "ворот" блок ЛТ-203 генерирует импульс "запрет". В блоке имеются контрольные выходы $\langle 1, \rangle 1$ /результаты анализа по двум катодным трактам/. В исходное состояние блок приводится аналогично блоку ЛТ-202. Загрузочная способность блока - до 10^6 имп/с.

3.5. Блок регистрации типа Р-302

Блок типа Р-302 /время-цифровой конвертор/ осуществляет регистрацию временных интервалов, содержащих координатную информацию. Кодирование временных интервалов между моментами появления импульса "старт" и импульсов "стоп - X", "стоп - Y" производится тактовой частотой 125 МГц. Максимальная емкость

счетчиков $2^{12}-1$. Информация считывается по шинам $R1 \div R8$. В исходное состояние блок Р-302 приводится сигналами $(C + Z) \cdot S2$ + "быстрый сброс". В блоке КАМАК однократной ширины размещено 4 канала регистрации.

3.6. Генератор частоты типа G-302

Блок типа G-302 генерирует стабилизированную кварцевым резонатором частоту 125 МГц, имеет 12 независимых выходов.

3.7. Блок анализа типа ЛА-201

Блок анализа ЛА-201 выполняет функции интерфейса устройства РЕР-500 и производит анализ попадания координат события в "зону интереса", которая задается многооборотными потенциометрами $X, \Delta X, Y, \Delta Y$, установленными на блоке. Информация /2 двоичных числа X и Y / поступает в блок по шинам $W1 \div W8[F(16)]$ или $R1 \div R8[F(0)]$ и преобразуется в сигналы напряжения, которые подаются на соответствующие входы РЕР-500. При соответствии зарегистрированного вида изотопа заданному и попадании координат события в "зону интереса" блок вырабатывает импульс, стробирующий информацию в запоминающее устройство. Если событие не попадает в "зону интереса", блоком вырабатывается сигнал "запрет". По команде КАМАК $[F(25)]$ блок генерирует изображение прямоугольной рамки, очерчивающей на экране ТВ-монитора "зону интереса". На время вывода информации блок генерирует сигнал "занято" по шине L.

3.8. Блок питания ПИ-001

Блок вырабатывает в магистраль КАМАК стабильные напряжения питания $\pm 12 В$ и осуществляет индикацию используемых в крейте КАМАК номиналов питания.

3.9. Блок цифropечати типа ИТЦ-001

Блок цифropечати ИТЦ-001 осуществляет измерение интенсивностей излучения изотопов $^3H, ^{14}C, ^{32}P$, измерение мертвого времени и является интерфейсом цифropечатающего устройства типа БЗ-15. Измерение интенсивностей излучения изотопов осуществляется путем счета отобранных событий в трех соответствующих счетчиках. Емкость счетчиков - $2^{20}-1$. Запись 1 в каждый счетчик происходит при наличии стробирующего импульса в соответствии с кодом вида изотопа на шинах $P1, P2$. Выводимые на печать данные /десятичные числа/ поступают в блок по шинам $W[F(16)]$. Имеется возможность автономного использования блока для распечатки активности изотопов и мертвого времени. На время печати информации блок генерирует сигнал "занято" по шине L.

3.10. Таймер типа Т-205

Блок типа Т-205 задает время экспозиции путем генерации сигналов "старт" и "стоп", разделенных регулируемым временным интервалом, а также генерирует стабильную тактовую частоту 10 МГц. Время экспозиции дискретно устанавливается в диапазоне от 0,1 до $5 \cdot 10^3$ с. Считывание значения времени экспозиции /двоичный код/ производится по шинам КАМАК $R1 \div R16$.

3.11. Блок управления типа БУ-006

С помощью блока БУ-006 указанные блоки электроники объединяются в функционально завершенную систему, способную успешно решать задачу регистрации, обработки и визуализации информации с детектора установки радиоизотопного анализа хроматограмм. Для управления электронной системой блок осуществляет следующие операции:

- анализирует сигналы результатов отбора информации по различным критериям;

Каждый очередной цикл в обоих режимах может быть начат только при отсутствии сигналов "занято" с блоков системы.

4.2. Режим работы "триггер"

Обработка информации в режиме "триггер" происходит следующим образом.

С детектора на усилителя типа 2А-006 поступает 5 информационных сигналов: три сигнала с анодов ПК1 ÷ ПК3 и два сигнала - с катодных ЛЗ ПК1. Анодные усилители установлены на прием сигналов отрицательной полярности, катодные - положительной. Сигналы с ЛЗ поступают на усилитель через импульсный трансформатор.

Линейно усиленные сигналы подаются по коаксиальным кабелям РК-50 на входы дискриминаторов типа Д-201. Пороги дискриминаторов установлены таким образом, чтобы обеспечить высокую эффективность регистрации событий при обрезании шумов и паразитных выбросов, вызванных неполным согласованием ЛЗ. Передний фронт выходных сигналов с дискриминаторов "привязан" к вершине входных сигналов. Такой способ первичной обработки сигналов с детектора обеспечивает высокое пространственное разрешение.

Далее сигналы поступают на быстрый процессор /блоки ЛТ-202 и ЛТ-203/. Быстрый процессор анализирует временную последовательность импульсов с детектора за время длительности сигнала "ворота", равное ≈ 1 мкс /полное время задержки ЛЗ/. Событие бракуется, если:

- 1/ с анода ПК1 приходит более одного импульса,
- 2/ с любого из двух катодных трактов поступает более одного сигнала или же, напротив, сигнал отсутствует.

В этом случае быстрым процессором генерируются сигналы "запрет" /с блока ЛТ-202 при "плохой" анодной информации, с блока ЛТ-203 - катодной/. По этому сигналу в блоке БУ-006 вырабатывается импульс

"быстрый сброс", который разводится на блоки ЛТ-202, ЛТ-203 и Р-302. Этим сигналом производится сброс соответствующих регистров, после чего система готова к приему очередного события.

Таким образом, отбрасываются такие зарегистрированные детектором события, которые исключают возможность локализации и определения вида изотопа.

По комбинации совпадений анодных сигналов с ПК1 ÷ ПК3 за время $\approx 0,1$ мкс /временное разрешение детектора/ быстрый процессор (блок ЛТ-202) осуществляет кодирование вида изотопа.

Код изотопа /двоичное число/ выводится на шины КАМАК R1, R2 и сохраняется неизменным на все время дальнейшей обработки информации. Вырабатываемые блоком ЛТ-202 сигналы "ворота" и "мертвое время" разводятся на блоки системы.

Сигнал "ворота" стробирует информацию с ЛЗ в блок катодной логики ЛТ-203. Конец сигнала "ворота" служит указанием завершения приема и регистрации "хорошего" /по критериям быстрого отбора/ события, которое поступает на дальнейшую обработку. Сигнал "мертвое время" поступает в блок ИГЦ-001, где производится его кодирование частотой 10 МГц.

Анодный и катодные сигналы ПК1 с быстрого процессора поступают на время-цифровой конвертор Р-302, в котором производится цифровая регистрация координатной информации. Кодирование тактовой частотой 125 МГц выполняется в двух "старт-стоп"-ных счетчиках, работающих по принципу прямого заполнения. Подобный способ регистрации, обладая простотой и надежностью, практически не ухудшает пространственного разрешения детектора для указанных видов изотопа и позволяет, в случае необходимости, легко осуществить ввод информации в ЭВМ.

В отсутствие сигналов "запрет" с быстрого процессора блок управления по концу импульса "ворота" генерирует команды считывания координатной информации с блока Р-302. Информация /два 8-разрядных двоичных числа X и Y/ выводится на шины КАМАК R1 ÷ R8 и принимается блоком анализа ЛА-201. Одновременно с циклами считывания блок БУ-006 генерирует в магистраль

КАМАК номер ячейки, занимаемой блоком ЛА-201. Принятая информация преобразуется в сигналы напряжения с помощью двух цифро-аналоговых преобразователей и подается на отклоняющие X- и Y-входы РЕР-500.

Блок ЛА-201 анализирует а/ соответствующие зарегистрированного вида изотопа заданному и б/ попадание координатного события в "зону интереса". При выполнении обоих условий в РЕР-500 генерируется "импульс бланкирования", по которому производится запись информации в запоминающее устройство. Длительность этого импульса определяет яркость выводимого на ТВ-монитор изображения. Блок-схема блока ЛА-201 приведена на рис. 6.

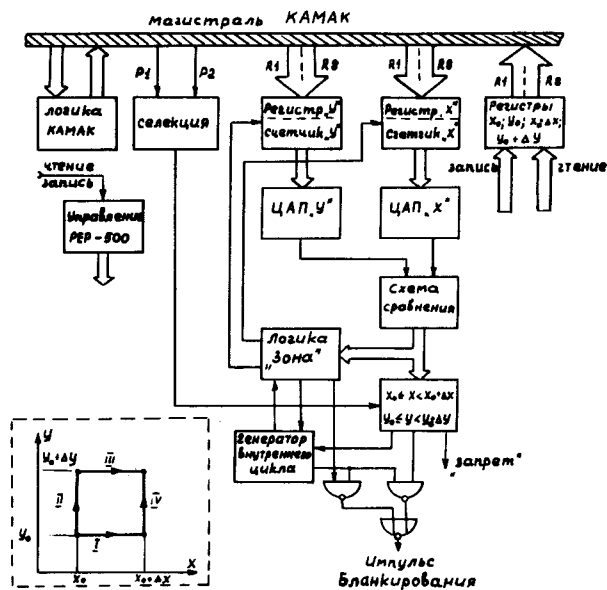


Рис. 6. Блок-схема блока анализа типа ЛА-201.

Если координаты события не попадают в заданную зону отбора, то блок ЛА-201 генерирует сигнал "запрет", поступающий в блок БУ-006. В этом случае блок БУ-006

не вырабатывает сигнал записи информации с шин P1, P2 в блок ИТЦ-001, и данное событие исключается из процесса измерения интенсивности излучения в выбранной зоне хроматограммы.

Счет интенсивностей излучения (N_i) изотопов ^3H , ^{14}C , ^{32}P и измерение мертвого времени системы производится в блоке ИТЦ-001. Мертвое время системы складывается из времени обработки события и времени вывода информации на внешние устройства.

Активность I_i данного вида изотопа в "зоне интереса" можно определить по формуле

$$I_i = \frac{N_i}{T_3 - T_M} K_i,$$

где N_i - зарегистрированное число событий, принадлежащих i -му виду изотопа, K_i - эффективность регистрации прибора для излучения i -го вида изотопа, i - ^3H , ^{14}C , ^{32}P .

Вывод на печать активностей изотопов и мертвого времени возможен без прекращения приема информации. При этом блок ИТЦ-001 используется в автономном режиме. Набор информации приостанавливается на время распечатки указанных чисел и автоматически возобновляется по ее окончании.

4.3. Режим работы "ручной"

В этом режиме работы выполняются следующие операции:

- вывод изображения на экран ТВ-монитора;
- сброс содержимого памяти РЕР-500 без разрушения числовой информации;
- генерация изображения прямоугольной рамки в РЕР-500 с последующим выводом ее на экран ТВ-монитора;
- распечатка полной числовой информации на цифровом печатающем устройстве;
- генерация цикла "сброс", который приводит систему в исходное состояние без стирания изображения.

Перечисленные операции выполняются отдельно.

Вывод изображения на ТВ-монитор осуществляется с блока управления переключением РЕР-500 из режима "запись" в режим "чтение". РЕР-500 предоставляет возможность улучшения контрастности и обрезания фона выводимого изображения регулировкой соответствующих ручек "EXPANSION" и "LEVEL". Генерация рамки производится при большей, чем в режиме "триггер", амплитуде сигнала "уровень записи" /один из входов РЕР-500 /. При сохранении неизменной длительности импульса бланкирования яркость изображения рамки достигается за меньшее число циклов записи. Во время генерации рамки в соответствующие регистры блока ЛА-201 заносятся координаты "зоны интереса". Полученная на экране ТВ-монитора рамка показана на рис. 7.

Печать данных на цифropечатающем устройстве типа БЗ-15 осуществляется с помощью блока ИТЦ-001.

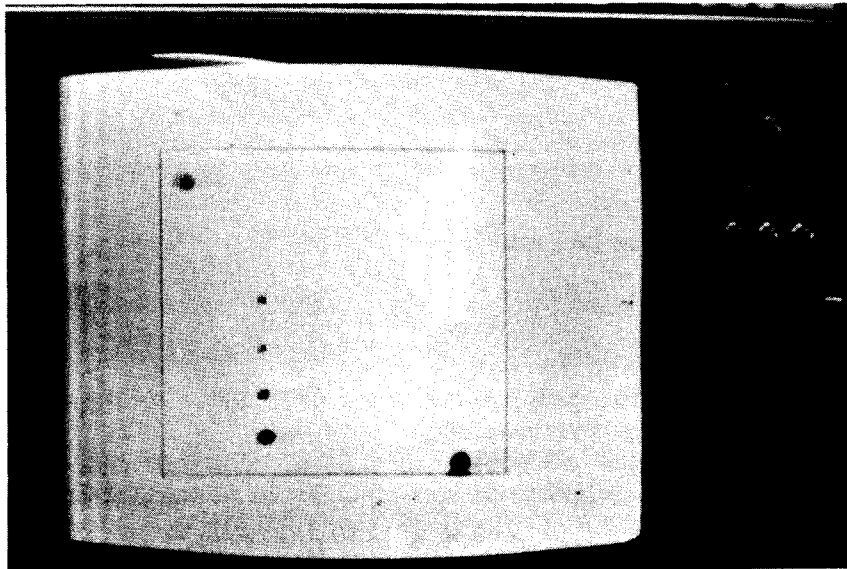


Рис. 7. Полученная на экране ТВ-монитора прямоугольная рамка, очерчивающая "зону интереса".

При распечатке данных через блок управления на бумагу выводится следующая информация /числа в десятичном коде/:

- измеренные в "зоне интереса" интенсивности излучения изотопов ^3H , ^{14}C , ^{32}P ;
- мертвое время /с точностью 0,1 с/;
- время экспозиции /с точностью 0,1 с/;
- координаты X_0 , Y_0 , $X_0 + \Delta X$, $Y_0 + \Delta Y$ "зоны интереса".

5. ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ

Модульное исполнение - стандарт КАМАК.

Скорость сбора и обработки данных - до 10^5 имп./с.

Стандартизация входных и выходных сигналов - стандарт NIM.

Наличие устройств визуализации изображения и печати числовых данных - РЕР-500, ТВ-монитор, БЗ-15.

При работе с системой ПК1 ÷ ПК3 электронная аппаратура позволяет эффективно решить задачу локализации, идентификации и измерения интенсивностей излучения зон хроматограмм, меченных изотопами ^3H , ^{14}C , ^{32}P . Процесс обработки автоматизирован и требует небольшого числа ручных операций.

В настоящее время электронная система в составе установки радиоизотопного анализа хроматограмм /УРАН/ эксплуатируется в рабочих условиях.

6. ЗАРЕЗЕРВИРОВАННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ

В электронной аппаратуре зарезервирован ряд возможностей, которые могут быть использованы для расширения системы и улучшения ее параметров. Основные из них указаны ниже.

1. Введение процессора, осуществляющего экстраполяцию траектории -частицы в точку вылета, что при-

ЛИТЕРАТУРА

1. Заневский Ю.В. и др. ОИЯИ, Р14-10934, Дубна, 1977.
2. Заневский Ю.В. и др. ОИЯИ, Р13-11310, Дубна, 1978.
3. Анисимов Ю.С. и др. ОИЯИ, Р14-11309, Дубна, 1978.
4. Chauв E.B. e.a. *J.Chromatogr.*, 1970, 53, p.293.
5. Шеллард Э. Количественная хроматография на бумаге и в тонком слое. "Мир", М., 1971.
6. Тукуа R. e.a. *J.Chromatogr.*, 1974, 93, p.399.
7. Pullan B. e.a. *Nucl.Instr. and Meth.*, 1975, 124, p.149.
8. Rindi A. e.a. *Nucl.Instr. and Meth.*, 1970, 77, p.325.
9. Заневский Ю.В. и др. ОИЯИ, Р14-10410, Дубна, 1977.
10. PEP-500, *Lithocon State Image Memory/Scan Converter*, Princeton Electronic Products, inc., 1976.

Рукопись поступила в издательский отдел
23 февраля 1978 года.