

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СО АН СССР

ИЯФ -- 89-178

П.М. Бесчастнов, А.И. Перышкин, Е.Э. Пята,
Ю.В. Усов

**УСТАНОВКА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ
АКТИВИРОВКИ ФОТОКАТОДОВ
НЕСКОЛЬКИХ ФОТОУМНОЖИТЕЛЕЙ
НА ОДНОМ ВАКУУМНОМ ПОСТУ**

ПРЕПРИНТ 89-178



НОВОСИБИРСК

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СО АН СССР

**П.М. Бесчастнов, А.И. Перышкин, Е.Э. Пята
Ю.В. Усов**

**УСТАНОВКА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ
АКТИВИРОВКИ ФОТОКАТОДОВ
НЕСКОЛЬКИХ ФОТОУМНОЖИТЕЛЕЙ
НА ОДНОМ ВАКУУМНОМ ПОСТУ**

ПРЕПРИНТ 89-178

**НОВОСИБИРСК
1989**

Установка для автоматизированной
активировки фотокатодов
нескольких фотоумножителей
на одном вакуумном посту

*П.М. Бесчастнов, А.И. Перышкин, Е.Э. Пята
Ю.В. Усов*

Институт ядерной физики
630090, Новосибирск 90. СССР

АННОТАЦИЯ

В данной работе описана автоматизированная установка для активировки фотокатодов фотоумножителей, позволяющая одновременно активировать до четырех приборов на одном вакуумном посту под общей печью. Установка создана на базе серийно выпускаемого поста Р110Б и микроЭВМ «Электроника 60». На установке изготовлено около тысячи однокаскадных фотоумножителей.

В настоящее время процесс формирования фотокатодов вакуумных фотоприемников (ФЭУ, ЭОП и т. п.) осуществляется индивидуально для каждого прибора на отдельном вакуумном посту. При производстве этих приборов из-за большой длительности (3—4 часа) этого процесса требуется большое количество вакуумных постов и операторов. В ИЯФ СО АН СССР для экспериментов на встречных пучках готовятся экспериментальные установки, для которых необходимы однокаскадные ФЭУ (ОФЭУ). Например, для сферического нейтрального детектора (СНД) [1] требуется около 1200 штук ОФЭУ с диаметром 21,5 мм и длиной не более 40 мм (длина колбы прибора 25 мм). Использование ОФЭУ для экспериментов по физике высоких энергий [2—4] стало возможным в связи с появлением мал шумящих зарядо-чувствительных усилителей. ОФЭУ по сравнению с традиционными ФЭУ обладают следующими достоинствами: лучшей стабильностью коэффициента усиления, меньшими размерами и возможностью их использования в сильных магнитных полях. В данной работе ставилось целью создание автоматизированной установки для одновременной активировки фотокатодов нескольких фотоумножителей на одном вакуумном посту под общей печью.

За основу для создания автоматизированной технологии была взята серийная технология формирования многощелочного фотокатода.

Первоначально напыленный слой сурьмы обрабатывается парами щелочных металлов: калием при температуре 210—220°C, натрием при температуре 240—250°C, затем опять калием при темпе-

ратуре 210—220°C и цезием при температуре 190—200°C. После обработки калием и натрием проводится подпыление сурьмы. В ходе процесса поочередно для каждого прибора проводится только напыление первоначального слоя сурьмы с контролем толщины по потере прозрачности (в качестве источника света при этом использовался лазер ЛГ-78). Все остальные стадии активировки проводятся у всех приборов параллельно и сложность активировки нескольких приборов состоит в различной скорости хода активировки для них. На стадиях, когда необходимо менять температуру общей печи, приборы, достигнувшие этих стадий первыми, ждут последнего прибора и затем все приборы переходят на следующую стадию. В процессе ожидания, чтобы параметры приборов не ухудшались, на некоторых стадиях проводится подпыление щелочных металлов. В отличие от серийной технологии после обработки цезием при температуре 190—220°C нами введена операция обработки цезием в процессе охлаждения приборов до 120°C, что дает прибавку чувствительности фотокатодов на 20—30%. Это, видимо, объясняется тем, что при $T=190\div 200^\circ\text{C}$ введение цезия в состав фотокатода изменяет объемные свойства материала, а обработка цезием в процессе охлаждения создает поверхностную пленку, снижающую работу выхода. Чтобы не было взаимного влияния, каждый прибор присоединяется к вакуумной системе через отдельный рожок, но так, чтобы расстояние от каждого прибора до источника света было одинаковым.

Учитывая особенности технологии формирования фотокатода, при переходе на автоматизированный процесс мы исходили из следующих требований к программному обеспечению:

- программа должна по заданной технологии проводить активировку одновременно нескольких приборов, таким образом, чтобы исключить их взаимное влияние друг на друга;
- система должна работать автономно, т. е. без вмешательства оператора, но при этом необходимо предусмотреть возможность в случае каких-либо нештатных ситуаций легко вмешаться в процесс и иметь возможность повторить неудачные этапы активировки или пропустить ставшие ненужными шаги;
- в аварийных ситуациях после перезапуска ЭВМ информация о статусе процесса активировки должна сохраняться и программа должна суметь продолжить активировку с прерванной стадии.

В работе используется серийно выпускаемые пост Р110Б и микроЭВМ «Электроника-60», снабженная электронным диском.

ЭВМ работает под операционной системой РТ-11 и включена в сеть мини-машин ОРТ [5]. Для сопряжения с аппаратурой в стандарте КАМАК используется контроллер КО6 с последовательным доступом [6]. Большинство блоков, используемых в нашей установке (рис. 1), являются для ИЯФ стандартными [6]. Коммутация аналоговых сигналов производится с помощью КАС-32, а их измерение — интегрирующим АЦП ЦО609. Управление источниками тока и коммутация обеспечиваются релейными регистрами В0611 и В0612.

Специально для данной установки были разработаны: блок управления режимами (БУР) и блоки питания фотоумножителей (БПФТ). Через БУР осуществляется контроль температуры и вакуума, управление нагревом печи, механизмом подъема и лампой подсветки. Блоки БПФТ соединяют источники тока Б5-46 с нужными источниками щелочных металлов или сурьмы и обеспечивают измерение фототока, тока утечки и тока накала источников щелочных металлов или сурьмы. В системе есть блок контроля, который в случае остановки по какой-либо причине процесса активировки включает звуковой сигнал.

Программа, контролирующая процесс активировки, написана на Фортране с использованием сегментирования, которое позволило решить проблему нехватки оперативной памяти. Использование языка высокого уровня облегчило написание и отладку программы. Это также облегчит работу, если возникнет необходимость переноса программы в другую операционную среду или на другую машину. Для того, чтобы осуществить разнородные требования на разных этапах активировки фотокатода, в программе использован модульный принцип. Весь процесс разбит на однородные стадии, всего около 70 стадий. На каждой стадии используется, как правило, свой модуль, отслеживающий специфические особенности процесса на данной стадии. Например, есть модуль, поддерживающий заданный темп роста фототока. Всего используется около 30 различных модулей. За порядком вызова и сменой модулей следит программный монитор, который руководствуется технологической картой процесса. Вся информация, так называемая технологическая карта процесса: требуемые темпы роста фототока, минимальные и максимальные токи накала на различных стадиях, порядок следования модулей и т. д. (всего около 400 чисел на каждый прибор), хранится в файле на диске.

Текущее состояние системы фиксируется на диске и обновляется примерно раз в секунду.

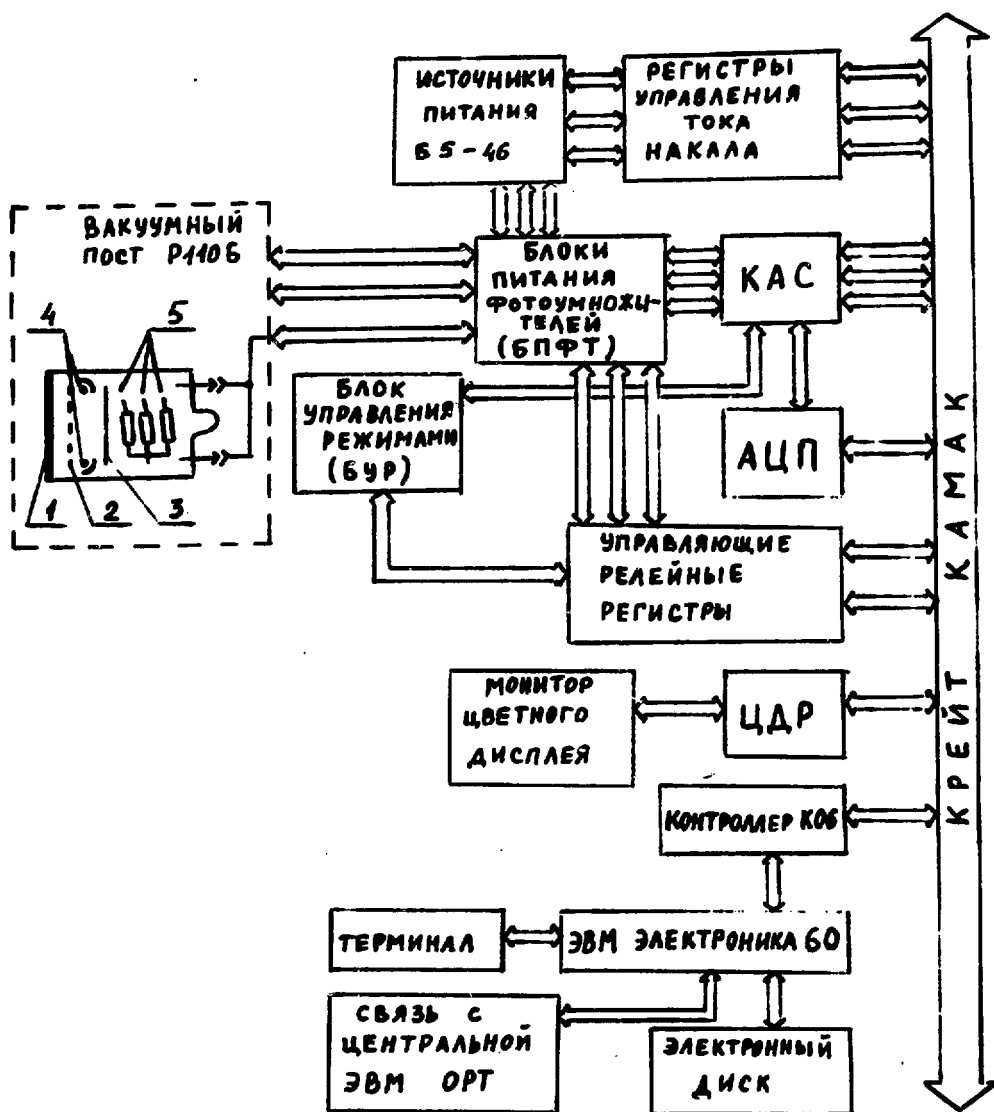


Рис. 1. 1—фотокатод; 2—анод; 3—динод; 4—испарители сурьмы; 5—источники щелочных металлов.

Измерение всех параметров, характеризующих ход процесса (фототоки и токи накала распылителей всех приборов, температура, давление и др.) и выдача соответствующих команд (управление нагревателем печи и величиной токов накала распылителей всех активируемых приборов и др.) проводятся один раз в течение цикла длительностью около 1 секунды.

Важнейшей величиной, по которой контролируется процесс активировки, является темп роста фототока. Фототок измеряется следующим образом: токовый сигнал поступает на малошумящий усилитель, преобразуется в напряжение и измеряется интегрирующим вольтметром. Система защищена от наводок и обеспечивает дискрет измерения около 1 нА.

Для определения темпа изменения фототока по измеренным значениям с помощью метода наименьших квадратов проводится прямая, далее выбрасываются значения, отклонившиеся более чем на 2σ и по оставшимся точкам проводится прямая. Такой алгоритм позволяет устранить влияние на процесс случайных выбросов.

При активировке очень важно поддерживать правильное значение температуры на каждой стадии и особенно важна стабильность поддержания температуры. В нашей системе специально написана подпрограмма, которая, используя информацию с термопары и учитывая предысторию изменения температуры и инерционность нагревающей печи, поддерживает заданную температуру со стабильностью ± 1 градус.

При перезапуске ЭВМ программа после загрузки считывает с диска файл с текущим состоянием системы и продолжает активировку с указанного там шага. Для вмешательства в процесс активировки используется диалоговая программа, позволяющая изменить файл с текущим состоянием системы и технологической картой.

Для контроля за процессом активировки все существенные параметры процесса: токи накала, фототоки различных приборов, температура и т. д. — выводятся на терминал и непрерывно идет вывод на цветной дисплей графиков зависимости этих параметров от времени. Типичные графики для одного из приборов изображены на рис. 2. Кроме графической информации, для каждого прибора на диске ведется протокол. В системе предусмотрена возможность вывода на бумагу протокола и графиков процесса активировки.

В настоящее время в ИЯФ созданы и функционируют

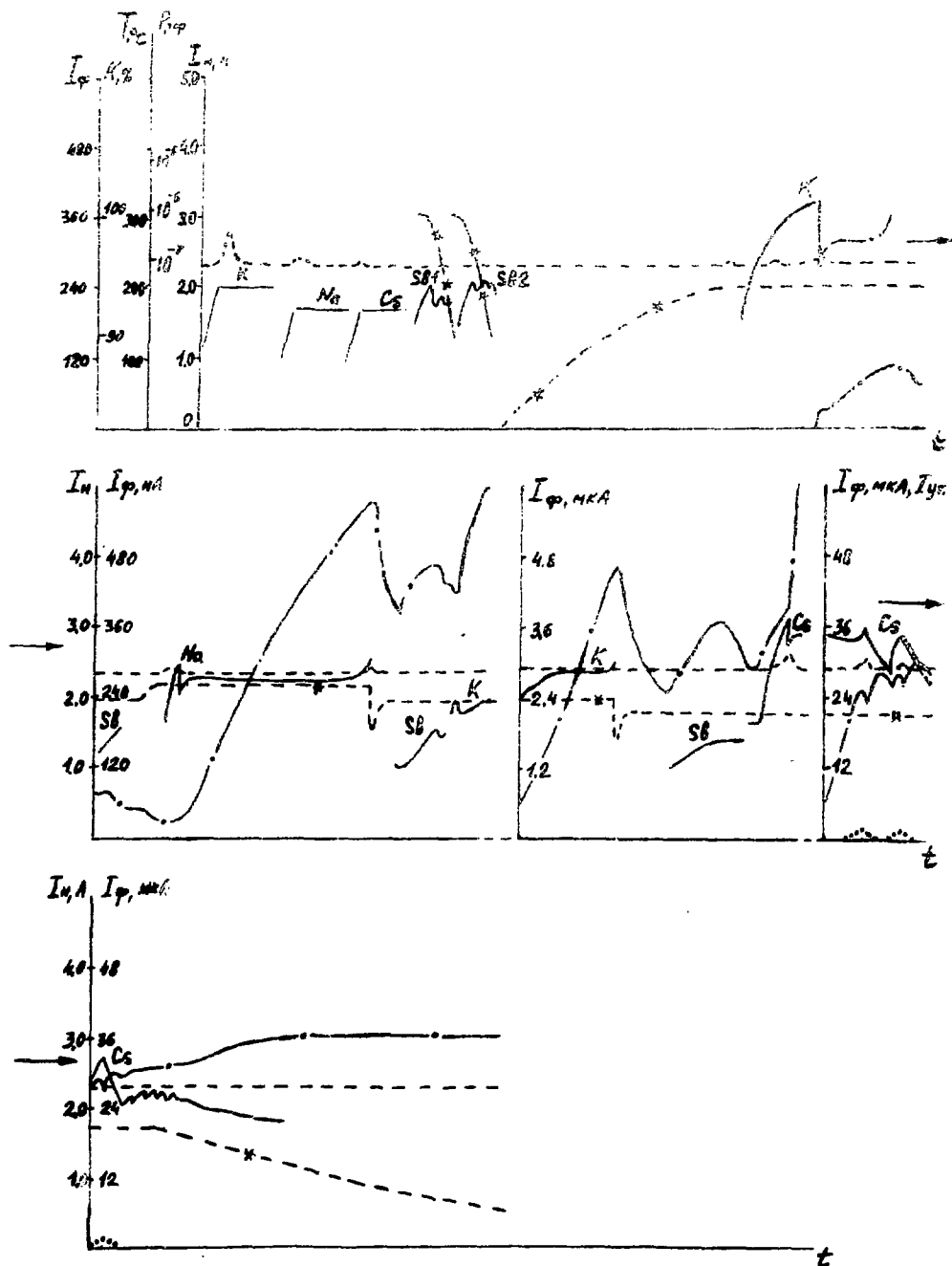


Рис. 2. График хода активировки:

— — фототок, I_ϕ ; —*— — коэффициент прозрачности фотокатодного стекла, K ; — температура, T ; штриховая линия — давление в вакуумной системе, P ; сплошная линия — ток накала источников щелочных металлов или сурьмы, I_a ; пунктирная линия — ток утечки, $I_{\phi, \mu A}$.

автоматизированных установки, каждая из которых позволяет одновременно активировать до четырех приборов. Две установки может обслуживать один оператор. При снижении трудоемкости производительность труда на этапе активировки поднимается в 5—8 раз. К настоящему времени изготовлено около тысячи приборов, имеющих квантовый выход 15—20% для света с длиной волны 440 нм.

Благодаря лучшей повторяемости автоматизированного процесса активировки по сравнению с ручным, наличие более полной информации о процессе (протокол, графики) и возможности оперативно изменять технологический процесс активировки наша система позволяет эффективнее оптимизировать технологию, чем при ручной активировке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дильченко В.М. и др. Препринт ИЯФ СО АН СССР 87-36. Новосибирск, 1987.
2. Nagashu T. Nucl. Instrum. and Methods, 1984, v.225, № 3, p.538.
3. Fediso H.Yu. и др. ПИЭ, 1986, № 2, с.76—78.
4. Anashin V.V., Aksekov V.A., Bagdadyev R.I., Beschastnov F.M., Golubev V.B., Goldberg L.L., Mironenko L.A., Redko I.Yu., Serednjakov S.I., Tikhonov Yu.A. Nucl. Instrum. and Methods, 1988, v. A265, p.301—302.
5. Пеханевич Э.Л., Яценев М.В. Препринт ИЯФ СО АН СССР 88-112. Новосибирск, 1988.
6. Блоки, выполненные в стандарте КАМАК. Информационный материал, ИЯФ, 1985, Новосибирск.

*П.М. Бесчастнов, А.И. Перышкин, Е.Э. Пята
Ю.В. Усов*

**Установка для автоматизированной активировки
фотокатодов нескольких фотоумножителей
на одном вакуумном посту**

Ответственный за выпуск С.Г.Попов

Работа поступила 14 декабря 1989 г.
Подписано в печать 28.12.1989 г. МН 10613
Формат бумаги 60×90 1/16 Объем 0,8 печ.л., 0,6 уч.-изд.л.
Тираж 180 экз. Бесплатно. Заказ № 178

*Набрано в автоматизированной системе из базы фото-
наборного автомата ФА1000 и ЭВМ «Электроника» и
отпечатано на ротапункте Института ядерной физики
СО АН СССР,
Новосибирск, 630090, пр. академика Лаврентьева, 11.*