

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P13 - 6859



А.Г.Петров, Ю.А.Щербаков

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ  
СНЯТИЯ РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ  
СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ СЧЕТЧИКОВ  
В МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

1972

We regret that some of the pages in the microfiche copy of this report may not be up to the proper legibility standards, even though the best possible copy was used for preparing the master fiche.

## **Ранг публикаций Объединенного института ядерных исследований**

Препринты и сообщения Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ) являются самостоятельными публикациями. Они издаются в соответствии со ст. 4 Устава ОИЯИ. Отличие препринтов от сообщений заключается в том, что текст препринта будет впоследствии воспроизведен в каком-либо научном журнале или аperiodическом сборнике.

### **Индексация**

Препринты, сообщения и депонированные публикации ОИЯИ имеют единую нарастающую порядковую нумерацию, составляющую последние 4 цифры индекса.

Первый знак индекса – буквенный – может быть представлен в 3 вариантах:

“Р” – издание на русском языке;

“Е” – издание на английском языке;

“Д” – работа публикуется на русском и английском языках.

Препринты и сообщения, которые рассылаются только в страны-участницы ОИЯИ, буквенных индексов не имеют.

Цифра, следующая за буквенным обозначением, определяет тематическую категорию данной публикации. Перечень тематических категорий изданий ОИЯИ периодически рассылается их получателям.

Индексы, описанные выше, проставляются в правом верхнем углу на обложке и титульном листе каждого издания.

### **Ссылки**

В библиографических ссылках на препринты и сообщения ОИЯИ мы рекомендуем указывать: инициалы и фамилию автора, далее – сокращенное наименование института-издателя, индекс, место и год издания.

Пример библиографической ссылки:

*И.И. Иванов, ОИЯИ, Р2-4985, Дубна, 1971.*

P13 - 6859

А.Г.Петров\*, Ю.А.Щербаков

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ  
СНЯТИЯ РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ  
СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ СЧЕТЧИКОВ  
В МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ



---

\* Пловдивский университет, Пловдив, Болгария

Петров А.Г., Шербаков Ю.А.

P13 - 6859

Автоматизация процессов снятия рабочих параметров  
сцинтилляционных счетчиков в многоканальных системах

Описывается система, с помощью которой можно автоматизировать процесс снятия кривых задержанных совпадений (КЗС) и рабочих характеристик по напряжению (плато) группы сцинтилляционных счетчиков. Система позволяет контролировать напряжение питания ФЭУ и электронных схем при помощи цифрового вольтметра. Предусмотрен вывод информации на анализатор АИ-4096. Время измерения в одном канале зависит от требуемой точности и в большинстве практических случаев не превышает 30 сек. Система выполнена в стандарте "Вишня".

Сообщение Объединенного института ядерных исследований  
Дубна, 1972

Petrov A.G., Shcherbakov Yu.A.

P13 - 6859

Automatization of the Processes of Reading  
of Working Parameters from Scintillation  
Counters in Multichannel Systems

A system is described used for automatization of the process of reading of the curves of delayed coincidences (CDC) and working characteristics on voltage (plato) for a group of scintillation counters. The system allows one to control the feeding voltage for photomultiplier and electronic schemes with the help of a digital voltmeter. Information output to the analyser AI-4096 is provided. Measurement time in one channel depends on the accuracy required and in most practical cases does not exceed 30 sec. The system is performed in VISHNYA standard.

Communications of the Joint Institute for Nuclear Research.

Dubna, 1972

При работе с многоканальными системами на сцинтилляционных счетчиках / годоскопами и т.д./, с которыми часто приходится работать в экспериментах на ускорителях, значительная часть времени наладки уходит на снятие рабочих характеристик счетчиков по напряжению и задержке, а также на подбор оптимальных рабочих параметров. Для увеличения надежности подобных систем процесс калибровки повторяется через определенные интервалы, что приводит к дополнительным затратам времени при постановке экспериментов. В последнее время проводятся разработки автоматических систем для снятия рабочих характеристик и подбора оптимальных рабочих параметров. Одна из подобных систем, в которой в качестве показывающего элемента используется дисплей от ЭВМ, описана в <sup>1</sup>, однако она целиком собрана на элементах, выпускаемых промышленностью. Отдельный элемент такой системы разработан в ОИЯИ <sup>2</sup>, но он не приспособлен для последовательного снятия характеристик группы сцинтилляционных счетчиков и не решает вопроса об автоматическом снятии рабочих характеристик счетчиков по напряжению.

Представлялось целесообразным разработать систему автоматического контроля работ многоканальной установки из сцинтилляционных счетчиков, используемой как годоскоп для запуска стримерной камеры высокого давления <sup>3</sup>. Необходимым условием являлась возможность работы этой системы с логическими сигналами от стандартных блоков быстрой электроники и использование для накопления и переработки информации анализаторов АИ-4096.

Созданная система обеспечивает возможность полностью автоматизировать процесс снятия кривых задержанных совпадений /КЗС/ и почти полностью - процесс снятия рабочих характеристик по напряжению /плато/ сцинтилляционных счетчиков установки. Вывод информации на анализатор АИ-4096 обеспечивает возмож-

ность подачи информации на ЭВМ. Визуальный контроль производится на экране анализатора. Автоматическое переключение задержки и напряжения осуществляется с помощью блоков программированного переключения, управляемых генератором ступенчатого напряжения. Время экспозиции задается таймерным устройством. Запись информации на анализатор производится в режиме последовательной записи в каналы, которая осуществляется с помощью сдвига адреса.

### *1. Принцип действия и описание блок-схемы*

На рис. 1 показана блок-схема системы автоматического снятия КЗС и плато счетчиков. Основная идея ее состоит в том, что здесь вводятся блоки программированного переключения задержки /БППЗ/ и напряжения /БППН/, управляемые генератором ступенчатого напряжения /ГСИ/. С помощью этих блоков автоматически меняется задержка в одном из сравниваемых каналов в режиме снятия КЗС, или напряжение питания измеряемого счетчика в режиме снятия плато.

Рассмотрим сначала режим снятия КЗС. С нажатием кнопки "Старт" в программное устройство подается импульс, с помощью которого через блок задержки БЗ и схему пропускания СП запускается таймер, определяющий время экспозиции. Сформированный импульс с выхода "пуск" таймера включает блок экспозиции СЭ. Таким образом снимается запрещающий сигнал на выходе анти-совпадения схемы пропускания ССА, которая начинает работать только в режиме совпадения. Схема формирования СФ преобразует импульсы с выхода ССА в импульсы с определенной длительностью и амплитудой. Импульсы подаются на анализатор по согласованному 100-омному кабелю. Время экспозиции задается положением таймерного переключателя в соответствии с требуемой статистической точностью. По окончании времени экспозиции на выходе "стоп" таймера появляется сформированный импульс, который останавливает прохождение сигналов через ССА с помощью блока экспозиций. Тот же импульс несколько задерживается /2 - 5 мксек/ блоком задержки и формирования БЗФ1 и подается на вход "пуск" АИ-4096, при котором число, записанное на регистре анализатора, заносится в первый канал памяти, и регистр готов принять следующее число. Тот же задержанный импульс сбрасывает таймер

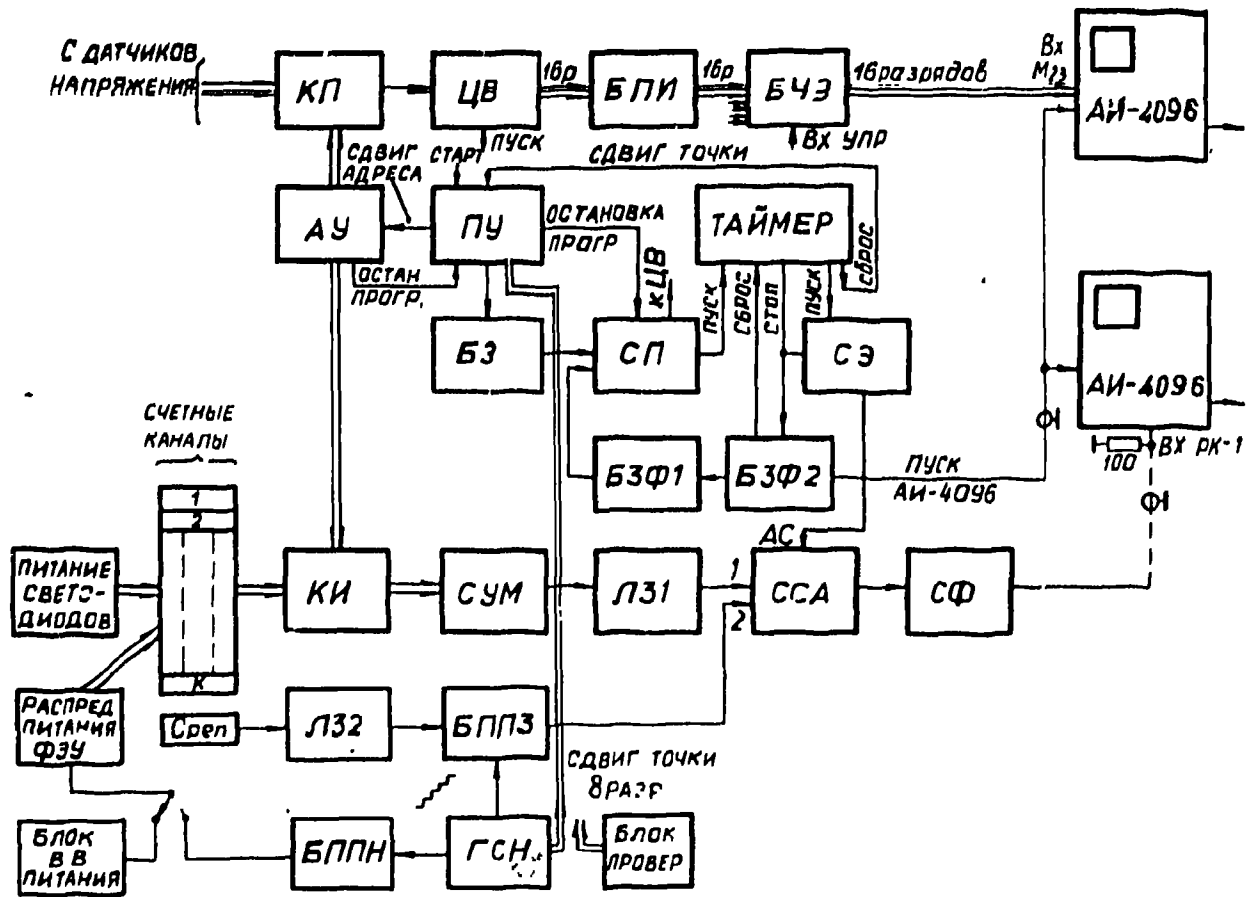


Рис. 1. Блок-схема системы автоматического снятия КЗС и плато сцинтилляционных счетчиков.



и через время задержки, определяемое блоком БЗФ2 /больше 25 мксек/, запускает его, после чего цикл измерения продолжается дальше. В момент сброса с выхода "сброс" таймера подается импульс на программное устройство, которое вырабатывает восьмиразрядный двоично-десятичный код, управляющий генератором ступенчатого напряжения ГСН.

В соответствии с этим кодом в ГСН вырабатывается напряжение, определяющее величину задержки в блоке программированного переключения задержки БППЗ. С каждым последующим включением таймера меняется код, а с ним и задержка в реперном канале. Номер канала анализатора, в котором происходит запись соответствующего числа импульсов, меняется одновременно с изменением задержки. Максимальное число точек одной КЗС зависит от числа степенек ГСН и составляет 100. Число точек измерения одной КЗС можно задавать с помощью переключателя в ПУ в зависимости от конкретных условий. Шаг задержки составляет 1 нсек. В случае снятия одной КЗС после набора нужного числа точек можно остановить процесс измерения нажатием кнопки "стоп" ПУ и вывести изображение КЗС на экран анализатора. Величину задержки в измеряемом канале можно определить путем сравнения положений центров тяжести реперных кривых /снятых заранее в режиме совпадения/ и измеряемой КЗС по отношению к начальному каналу. При этом задержка в реперном канале должна быть известна заранее. В большинстве случаев интересуются только смещением КЗС от данного положения в течение одного или нескольких сеансов.

В случае последовательного снятия КЗС группы сцинтилляционных счетчиков программа не останавливается. По окончании выбранного числа точек происходит сдвиг адреса с помощью адресного устройства АУ. При этом на выходе сумматора, суммирующего сигналы с импульсных коммутаторов КИ, появляются сигналы от следующего счетчика. После набора определенного числа адресов /в нашем случае до 40/ в адресном устройстве вырабатывается импульс, который останавливает программу измерения и сбрасывает пересчетные декады, находящиеся в адресном и программном устройствах. Программу измерения можно запустить снова нажатием кнопки "старт" в ПУ или путем подачи внешнего импульса на вход ПУ. В этом случае можно увидеть на экране анализатора все снятые КЗС рядом. Первый вариант узла автоматической задержки, выполненный на основе стандартных линий задержек

и электромагнитных переключателей, был описан в работе /1/. Блок управлялся с помощью семиразрядной двоичной пересчетной схемы. Оба варианта работали успешно и с ними было снято значительное число КЗС. Кривые снимались как при использовании светодиодов, установленных на счетчиках, так и в процессе эксперимента на пучке пионов, проходивших через счетчики годоскопа.

В режиме снятия плато имеются две возможности: снимать одиночное плато счетчиков и плато в режиме совпадений. В первом случае отключается вход 2 схемы ССА, которая остается работать только в режиме антисовпадения. Здесь весь цикл измерения происходит аналогичным образом, но при включенном блоке программированного переключения напряжения БППН. При подаче ступенчатого напряжения с выхода ГСН на вход этого блока на его выходе появляется ступенчатое напряжение, изменяемое в пределах 1000 - 2500 в.с. величиной ступеньки 16 в. При этом распределитель питания ФЭУ отключается от основных источников высоковольтного питания и подключается к блоку БППН. Этот блок в состоянии питать не больше четырех ФЭУ /при токе делителя 1 ма/. В режиме совпадения вход 2 ССА остается включенным, а сигнал снимается с линии задержки ЛЗ2, минуя блок БППЗ. Действие остальной части системы идентично действию в режиме снятия КЗС. Здесь число точек также выбирается в зависимости от конкретных условий.

В блоке ГСН предусмотрен переключатель, которым можно отключить блок от декад программного устройства и подключить его к блоку проверки, с помощью которого можно задавать ручную двоично-десятичный код любого числа от 1 до 100 и тем самым делать проверку разных точек КЗС или плато счетчиков.

Подбор и установку оптимальных рабочих параметров /задержки, напряжения питания/ можно делать после обработки результатов, полученных при снятии КЗС и плато. В тех случаях, когда делается контроль после начальной калибровки, рабочие параметры устанавливаются в соответствии с результатом проверки.

С помощью этой системы /кроме снятия КЗС и плато/ можно делать быстрый контроль счетов всех счетчиков и схем, участвующих в логике эксперимента. В этом случае число точек выбирается небольшим и может составлять 1,4 или 8. На экране анализатора можно увидеть ступенчатую фигуру, дающую представление о соотношении счетов в разных местах. Обработка этих результатов оказывается полезной во время эксперимента.

Другая возможность, которая предусмотрена в системе, это контроль напряжения питания ФЭУ и токов электронных схем в шунтах магнитов в установке /5/ с помощью коммутаторов постоянных напряжений КП и цифрового вольтметра ЦВ. Напряжения можно контролировать в процессе снятия плато счетчиков, при этом точность измерения плато повышается. Результаты измерения выводятся параллельным 16-разрядным двоично-десятичным кодом через блок передачи информации БПИ и посылаются на другой анализатор, работающий в режиме потенциальных входов /6/. Цифровой вольтметр запускается синхронно с таймером. Предусмотрен блок чередования записи БЧЗ, который дает возможность посылать в тот же анализатор и другие числа, такие, как номер пленки, номер адреса, дату экспозиции и т.д. Вся информация заносится в определенном порядке с последующей расшифровкой.

На рис. 2 показана более подробная блок-схема программного устройства, а на рис. 3 - блок-схема адресного устройства. Можно отметить следующие наиболее важные функции программного устройства:

1. Запуск цикла измерения всей системы, который осуществляется с помощью стартовой схемы при подаче внешнего запускающего сигнала, или при нажатии кнопки "старт".

2. Изменение двоично-десятичного кода, управляющего генератором ступенчатого напряжения ГСН при каждом срабатывании таймера. Это осуществляется путем подачи сдвигающего импульса с таймера на трехдекадную пересчетную схему, вырабатывающую двоично-десятичный код. Таким образом, осуществляется сдвиг точки измерения.

3. Сдвиг адреса в адресном устройстве после набора выбранного заранее числа точек измерения в данном канале. Это осуществляется с помощью дешифратора с переключателем.

4. Осуществление сброса всех декад программного устройства после окончания измерения в данном канале /селективный сброс/ и всех декад программного адресного устройства после окончания измерения всех каналов /в данном случае 40/. Эта операция называется "полный сброс". Она сопровождается переводом стартовой схемы в такое состояние, при котором схема пропускания /см. общую блок-схему/ находится в состоянии запрета, и программа измерения останавливается. То же самое происходит при нажатии кнопки "сброс" в схеме сброса.

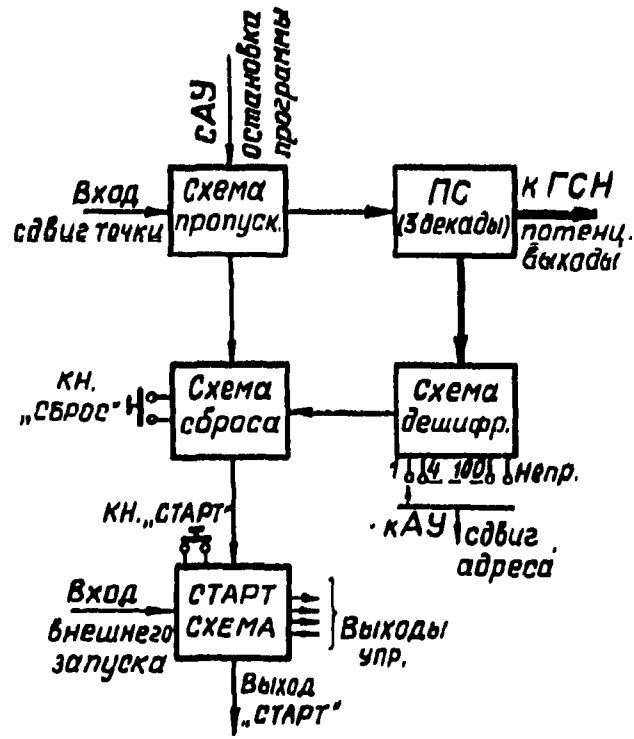


Рис. 2. Блок-схема программного устройства.

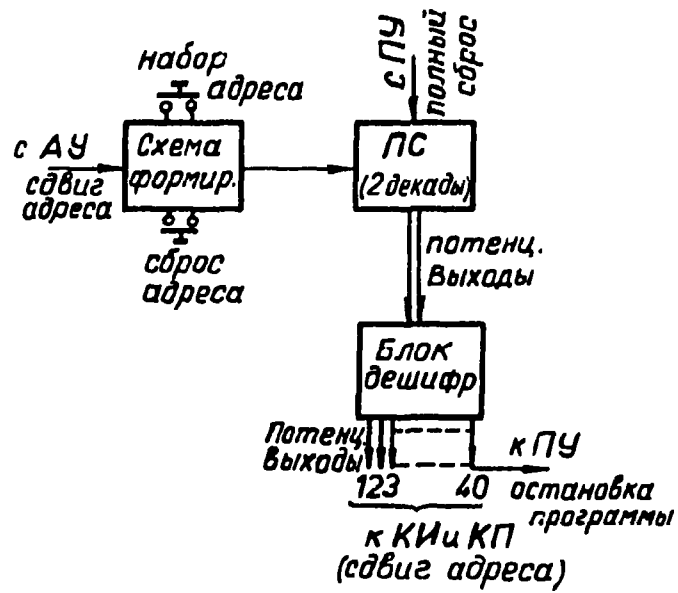


Рис. 3. Блок-схема адресного устройства.

Основная функция адресного устройства - переключение адресов измеряемых каналов, которая осуществляет коммутацию счетных или импульсных каналов и датчиков напряжения. В первой группе переключение адресов производится при помощи импульсных коммутаторов КИ, а во второй группе - при помощи коммутаторов постоянных напряжений КП. И те и другие управляются адресным устройством. Набор и сброс адреса производятся автоматически при подаче соответствующих импульсов или вручную с помощью кнопок. Один из потенциальных выходов дешифратора /в нашем случае 40-го/ используется для остановки программы измерения.

## *II. Основные параметры системы и полученные результаты*

Ниже перечислены важнейшие параметры системы и полученные результаты:

число каналов дешифратора адресного устройства - 40;

число каналов импульсных коммутаторов - 25;

число каналов коммутаторов постоянных напряжений - 36;

число точек, измеряемых в одном канале, меняется ступенчато и принимает значения: 1,4,8,12,20,24,32,64,100;

время экспозиции одной точки определяется возможностями таймерного устройства;

диапазон изменения времени задержки блока БППЗ - 100 нсек.

Шаг изменения задержки - 1 нсек.

Температурный дрейф задержки - около 0,2 нсек/°С.

Диапазон изменения выходного напряжения блока БППН - 1000 - 2500 в.

Шаг изменения напряжения - 16 в.

Температурный дрейф выходного напряжения ~ 0,7 в/°С.

Максимальное быстродействие блока БППЗ - 5 МГц.

Время, затрачиваемое на измерение одной точки, зависит от времени экспозиции, которое выбирается в соответствии с требуемой точностью и составляет  $T_{\text{эксп.}} + 35$  мксек в режиме снятия КЗС и  $T_{\text{эксп.}} + /0,2 - 0,5/$  сек в режиме снятия плато /здесь умышленно увеличивается задержка для лучшего установления напряжения питания ФЭУ/. Предельная практическая скорость счета с АИ-4096 составляет  $3 - 5 \cdot 10^8$  1/сек.

Система полностью выполнена в стандарте "Вишня". Параметры всех нестандартных блоков соответствуют принятому стандарту ОИЯИ.

На рис. 4 показаны КЗС, полученные соответственно при использовании светодиода и на пучке пионов, а на рис. 5 - характеристика одиночного счетчика по напряжению /плато/. Система полностью проверена и работает успешно в корпусе синхроциклотрона.

Некоторые принципиальные схемы и параметры нестандартных блоков показаны в работе /4/, где рассматривается более подробно первый вариант системы.

В заключение авторы пользуются случаем поблагодарить А.Н.Синаева и В.Г.Зинова, М.М.Кулюкина за полезные обсуждения, В.И.Ляшенко, И.В.Фаломкина за помощь в работе, В.П.Павлова и Н.В.Лебедева за большую техническую помощь и В.Ф.Поеенко и А.И.Токарскую за хороший монтаж.

### Литература

1. *V.Zacharov and A.C.Peatfield. Automatic Calibration of Experiments. The ACE System. International Conference on Instrumentation for High-Energy Physics. Dubna, USSR, September, 1970.*
2. *Б.Ю.Балдин и др. Препринт ОИЯИ 13-6207, Дубна, 1971.*
3. *I.V.Falomkiv, M.M.Kulyukin, V.I.Lyashenko, A.G.Petrov, G.V.Pontecorvo, Yu.A.Shcherbakov. International Symposium on Nuclear Electronics, Vol. 1, Versailles., 1968.*
4. *А.Г.Петров, Ю.А.Щербаков. Система за автоматично снимане кривите на задържане съвпадения при сцинтилациони броячи. В кн. "Трудове на ПУ", П.Хилендарски, г.Пловдив.*
5. *М.М.Кулюкин, В.И.Ляшенко, Ф.Никитиу, Г.Пираджино, Д.Б.Понтекорво, Ю.А.Щербаков. Препринт ОИЯИ, P1-6131, Дубна, 1970.*
6. *С.В.Медведь, А.Н.Синаев, Г.Ю.Цахер, Н.А.Чистов. Сообщение ОИЯИ 10-5725, Дубна, 1971.*

Рукопись поступила в издательский отдел  
25 декабря 1972 года.

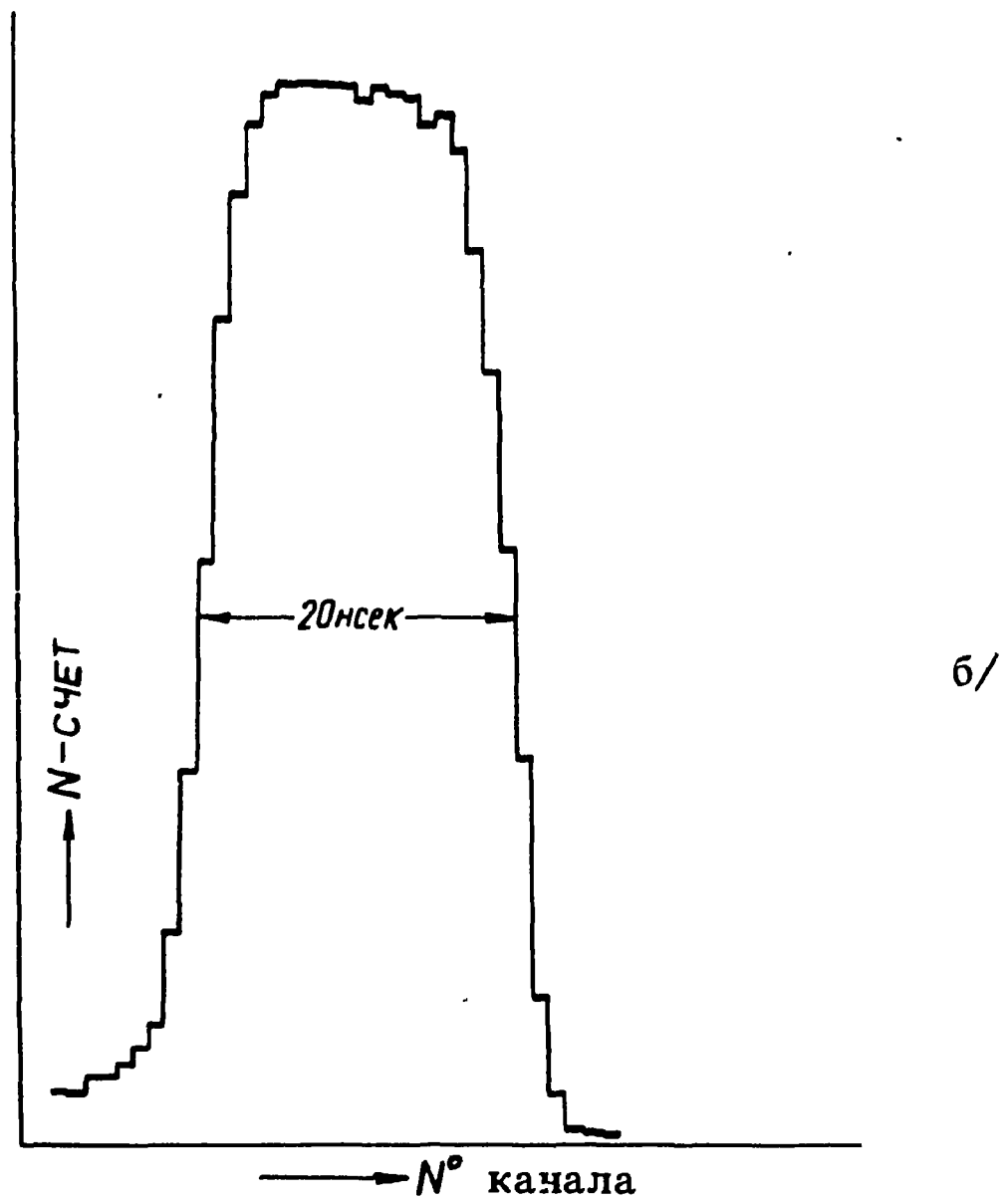
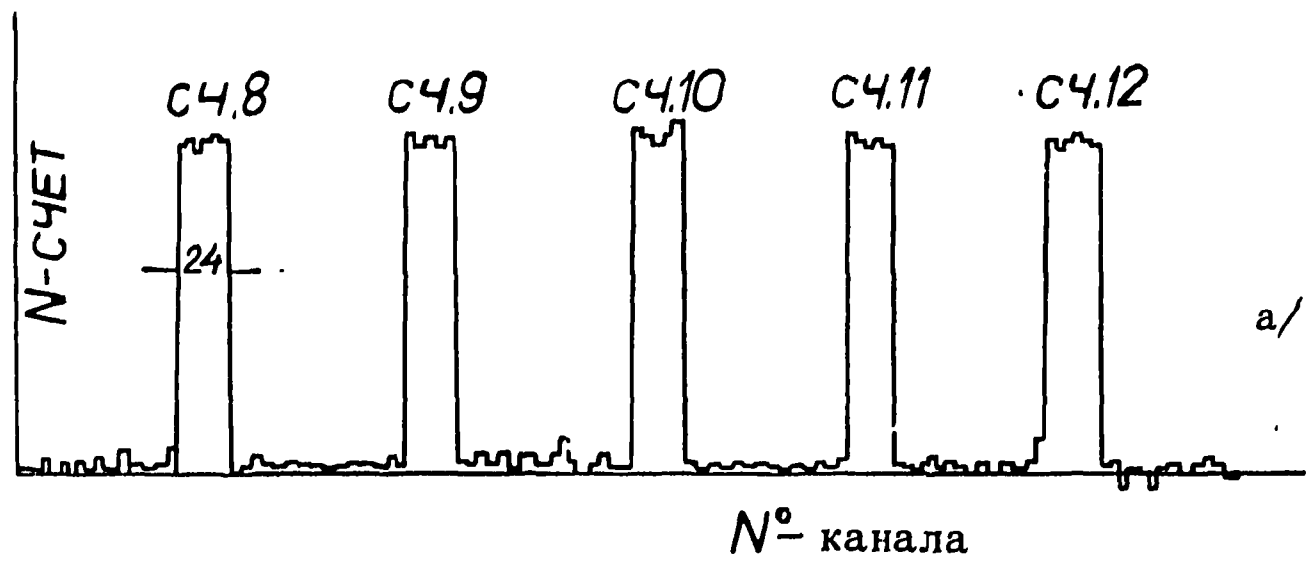


Рис. 4. Кривые задержанных совпадений: а/ при использовании светодиодов; б/ от пучка пионов.

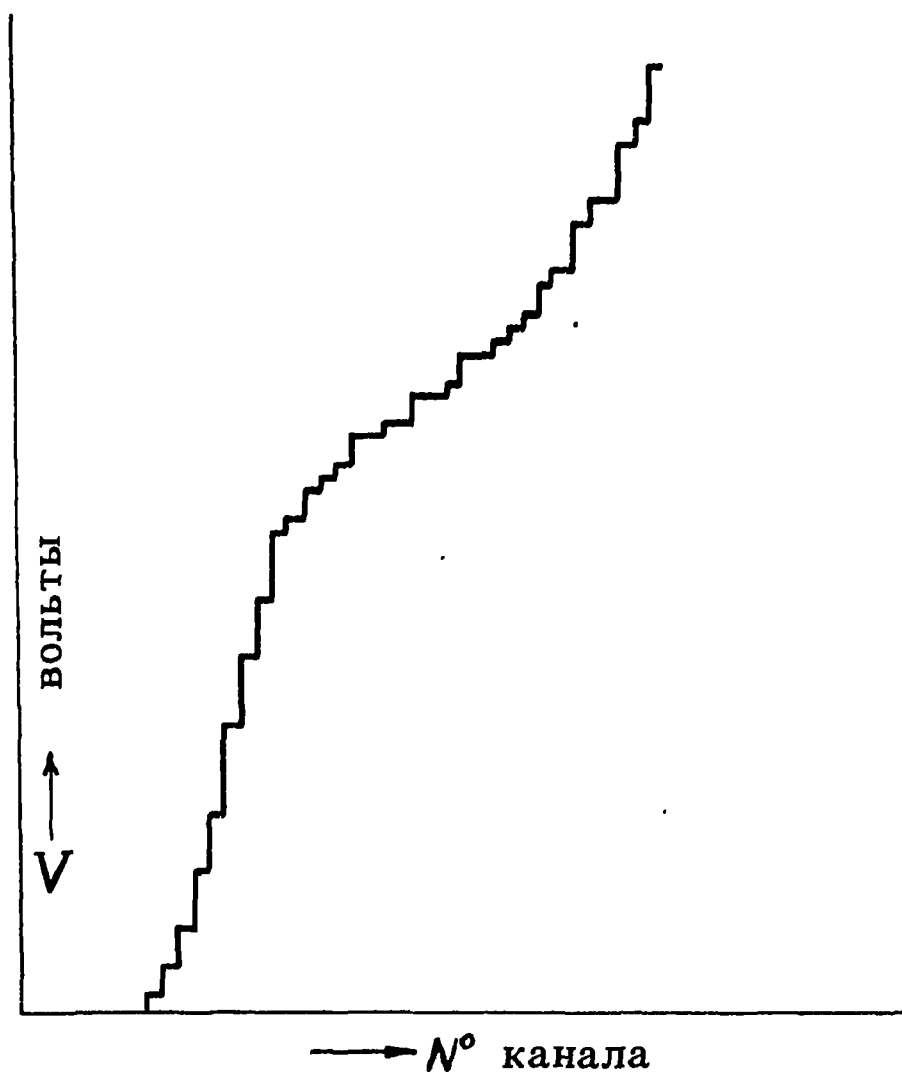


Рис. 5. Плато одиночного счетчика от пучка пионов.



# Тематические категории публикаций Объединенного института ядерных исследований

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты

# История физики

ОТРАЖАЕТСЯ В МАТЕРИАЛАХ МЕЖДУНАРОДНЫХ КОНФЕРЕНЦИЙ, СИМПОЗИУМОВ, ШКОЛ.

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если их нет в Вашей библиотеке

13-3700	Материалы симпозиума по наносекундной ядерной электронике. Дубна, 1967.	726 стр.	10 р.	07 к.
Д-3893	Сообщения участников Международного симпозиума по структуре ядра. Дубна, 1968.	192 стр.	3 р.	76 к.
P1-3971	Нуклоны и пионы. Материалы I Международного совещания по нуклон-нуклонным и пион-нуклонным взаимодействиям. Дубна, 1968.	294 стр.	3 р.	17 к.
10-4220	ЭВМ в экспериментальной физике. Лекции, Алушта, 1968. И.Звольски, Ю.Останевич, В.Приходько. Применение ЭВМ в спектрометрических экспериментах ядерной физики.	51 стр.		55 к.
10-4226	Лекции той же школы. А.А.Карлов. СДС-1604А и организация ввода-вывода на этой машине.	22 стр.		22 к.
10-4229	Лекции той же школы. И.А.Голутвин, Ю.В.Заневский. Методика бесфильмовых искровых камер в физике высоких энергий.	27 стр.		26 к.
10-4231	Лекции той же школы. Г.И.Забиякин. ЭВМ в задачах экспериментальной физики.	35 стр.		33 к.
10-4244	Лекции той же школы /на англ. языке/. В.В.Мурхэд. Обработка фотопленки пузырьковой камеры с помощью НРД.	23 стр.		22 к.
P10-4245	Лекции той же школы /на англ. языке/. П.Занелла. Обработка данных искровых фильмо-вых и бесфильмовых камер.	47 стр.		48 к.
10-4319	Лекции той же школы /на англ. языке/. Сборник лекций - примененне ЭВМ в задачах экспериментальной физики. /Ковач, Тремблей, Левег, Липпс, Лорд, Цол/.	91 стр.		97 к.
4-4589	Рождение мирного атома /сборник статей/.	185 стр.	2 р.	90 к.
2-4816	Векторные мезоны и электромагнитные взаимодействия. Дубна, 1969.	588 стр.	6 р.	

16-4888	Дозиметрия излучений и физика защиты заряженных частиц. Дубна, 1969.	250 стр.	2 р.64 к.
3-4891	Лекции по нейтронной физике. Летняя школа, Алушта, 1969.	428 стр.	5 р.49 к.
Д-5805	Международная конференция по аппаратуре в физике высоких энергий. Дубна, 1971. 2 тома.	882 стр.	14 р.74 к.
10-5255	ЭВМ в экспериментальной физике. 2 школа ОИЯИ. Алушта, 1970.	324 стр.	3 р.40 к.
Д7-5769	Международная конференция по физике тяжелых ионов. Дубна, 1971.	628 стр.	6 р.60 к.
Д1-5988	4 Международная конференция по физике высоких энергий и структуре ядра. Дубна, 1971. /Аннотация докладов/.	171 стр.	1 р.58 к.
Д1-5969	Труды Международного симпозиума по физике высоких энергий. Дрезден, 1971.	772 стр.	7 р.69 к.
Д-6004	Бинарные реакции адронов при высоких энергиях. Дубна, 1971.	768 стр.	7 р.60 к.
Д13-6210	Труды 6 Международного симпозиума по ядерной электронике, Варшава, 1971.	372 стр.	3 р.67 к.
Д10-6142	Труды Международного симпозиума по вопросам автоматизации обработки данных с пузырьковых и искровых камер. Дубна, 1971.	564 стр.	6 р.14 к.
Д1-6349	Труды IV Международной конференции по физике высоких энергий и структуре ядра. Дубна, 1971.	670 стр.	6 р.95 к.
Д-6465	Международная школа по структуре ядра. Алушта, 1972.	525 стр.	5 р.85 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:

Москва, Главпочтамт, п/я 79, издательский отдел

Объединенного института ядерных исследований.

## Условия обмена

Препринты и сообщения ОИЯИ рассылаются бесплатно, на основе взаимного обмена, университетам, институтам, лабораториям, библиотекам, научным группам и отдельным ученым более 50 стран.

Получателям изданий ОИЯИ предоставляется возможность самим проявить инициативу в бесплатной посылке публикаций в Дубну. В порядке обмена принимаются научные книги, журналы, препринты и иного вида публикации по тематике ОИЯИ.

Единственный вид публикаций, который нам присылать не следует, это репринты (оттиски статей, уже опубликованных в научных журналах).

В ряде случаев мы сами обращаемся к научным учреждениям – наиболее крупным получателям наших изданий – с просьбой бесплатно прислать нам какие-либо книги или выписать для нашей библиотеки научные журналы, издающиеся в их странах.

## Отдельные запросы

Издательский отдел ежегодно выполняет около 3000 отдельных запросов на высылку изданий ОИЯИ. В таких запросах следует обязательно указывать индекс запрашиваемого издания.

## Адреса

Письма по всем вопросам обмена публикациями, а также запросы на отдельные издания следует направлять по адресу:

*Москва,  
Главный почтамт, п/я 79.  
Издательский отдел  
Объединенного института  
ядерных исследований.*

Адрес для посылки всех публикаций в порядке обмена, а также для бесплатной подписки на научные журналы:

*Москва,  
Главный почтамт, п/я 79.  
Научно-техническая библиотека  
Объединенного института  
ядерных исследований.*

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.  
Заказ 15722. Тираж 488. Уч.-изд.листов 0,88.  
Редактор В.Р.Саранцева. \* Подписано к печати 26/1-73 г.