

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

13 - 7137

Б-903

БУДЯШОВ
Юрий Георгиевич

СОЗДАНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ
СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЛОКОВ
ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА СИНХРОЦИКЛОТРОНЕ
ЛАБОРАТОРИИ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Специальность 260 - приборы
экспериментальной физики

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

(Диссертация написана на русском языке)

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем
Объединенного института ядерных исследований.

Научный руководитель кандидат физико-математических
наук В. Г. ЗИНОВ

Официальные оппоненты:

Доктор физико-математических наук А. Г. ХАБАХПАШЕВ

Кандидат физико-математических наук Д. Н. СИМОНОВ

Ведущее научно-исследовательское учреждение:
ордена Ленина Институт атомной энергии им. И. В. Курчатова.

Автореферат разослан 1973 года
Защита диссертации состоится 1973 года в часов
на заседании Ученого совета Лаборатории ядерных проблем
Объединенного института ядерных исследований, г. Дубна,
Московской области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ

Ученый секретарь Совета
кандидат физико-математических наук

Д. А. БАТУСОВ

13 - 7137

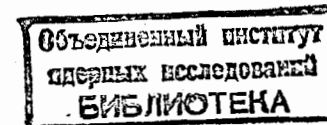
БУДЯШОВ
Юрий Георгиевич

СОЗДАНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ
СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЛОКОВ
ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА СИНХРОЦИКЛОТРОНЕ
ЛАБОРАТОРИИ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Специальность 260 - приборы
экспериментальной физики

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

(Диссертация написана на русском языке)



Бурное развитие методов исследования элементарных частиц с использованием электроники привело к качественному изменению требований к аппаратуре, к методам разработки и создания измерительных установок. На современном этапе эти требования можно сформулировать следующим образом:

1. Максимальное сокращение сроков разработки и создания измерительных установок.
2. Возможность изменения логической блок-схемы измерительных установок в процессе проведения эксперимента.
3. Быстрое нахождение и устранение неисправностей измерительных установок.
4. Многократное использование электронной аппаратуры.

Внедрение систем функциональных блоков наилучшим образом отвечает упомянутым требованиям при создании конкретных измерительных установок для проведения физических экспериментов.

Данная диссертация посвящена созданию и внедрению системы функциональных блоков /I/ для экспериментов на синхроциклотроне Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований.

В первой главе диссертации рассмотрены факторы, влияющие на временные параметры функциональных блоков и системы в целом. Определяющими являются энергия исследуемых частиц, решаемая физическая задача, избранная экспериментатором методика, используемые детекторы.

Наибольший объем требований к параметрам функциональных блоков системы и к номенклатуре блоков возникает при средних энергиях

исследуемых частиц, когда необходимо совместить и спектрометрию и метод мгновенных совпадений в единичных измерительных установках.

При создании системы первоочередная задача состояла в том, чтобы параметры блоков системы удовлетворяли требованиям к ним наиболее широкой группы пользователей, наиболее вероятным их требованиям. С этой целью проведены оценки необходимых величин основных параметров функциональных блоков.

Результаты оценок приведены в таблице I.

Таблица I

Требуемые временные параметры массовых функциональных блоков.

Диапазон времен разрешения схем совпадения	от 5 нсек до ∞
Диапазон длительностей сигналов ворот и управления	от 10 нсек до постоянного тока
Диапазон длительностей сигналов формирующих устройств	от 5 нсек до 1 секунды
Чувствительность входных формирующих устройств	не хуже 100 милливольт
Максимально-допустимое напряжение входных сигналов формирователей	20 вольт
Нестабильность параметров	не более 3%
Быстродействие блоков	не менее 50 Мгц.

Во второй главе выбраны общие электрические параметры, схемные элементы и конструктивное оформление функциональных блоков, позволяющие говорить о функционально полном наборе блоков как о системе. Приведены принципиальные схемы функциональных блоков, даны пояснения принципов работы основных узлов схем, приведены основные параметры разработанных блоков.

По выполняемым функциям основные блоки системы разделены на три группы:

1. Формирователи сигналов по длительности и амплитуде.
2. Блоки, выполняющие логические функции.
3. Линейные блоки (аналоговые преобразователи).

Формирователи предназначены для преобразования сигналов с детекторов и логических сигналов в логические сигналы заданной амплитуды и длительности. В качестве элементов, формирующих выходные сигналы по длительности, использованы одновибраторы на туннельных диодах с индуктивностью, одновибраторы на туннельных диодах, выполненных по схеме с задержанной отрицательной обратной связью, одновибраторы с эмиттерной связью.

Использование кабелей в цепи задержанной отрицательной обратной связи имеет ряд достоинств, связанных со стабильностью параметров кабеля. Однако максимальная длительность выходного сигнала формирователей ограничивается приемлемыми размерами используемого кабеля и обычно равна одной или двум временам его задержки. Коэффициент использования времени задержки, определяемый по выражении

$$K \text{ исп. времени задерж.} = \frac{t_{\text{и вых}}}{t_{\text{з линии}}}, \text{ где}$$

t_u вых - длительность выходного сигнала,
 t_3 лин. - время задержки линии,
будет равен 1 или 2.

Автором совместно с В.Г. Зиновым предложено формирующее устройство^{/2/}, длительность выходного сигнала которого равна четырем временам задержки кабеля или другой линии задержки.

На ^{для}основе упомянутого устройства коэффициент использования времени задержки равен 4. Предложенное устройство легло в основу схемы одного из описанных формирователей.

При разработке широкодиапазонного формирователя^{/3/} использован предложенный автором совместно с В.Г. Зиновым и В.М. Королевым одновибратор с эмиттерной связью и эмиттерным повторителем^{/4/}, в котором паразитные емкости времязадающей RC-цепи не влияют на скорость переходных процессов.

Разработанные формирователи в совокупности способны перекрыть диапазон длительностей выходных сигналов от 5 нсек до секунды. Такого диапазона длительностей согласно требованиям, изложенным в главе I, достаточно для организации любых совпадений.

Среди блоков, выполняющих логические функции, описаны четырехкратная схема совпадений с каналом антисовпадений, мажоритарная схема совпадений на четыре входа с каналом антисовпадений, смеситель и разветвитель логических сигналов.

Смеситель, разветвитель и схемы совпадений до элемента отбора совпадений выполнены со связями по постоянному току. Поэтому логические блоки не имеют ограничений на максимальные фронты и длительности входных сигналов.

Аналоговые блоки системы в диссертации представлены линейной схемой пропускания^{/5/} и широкодиапазонным конвертором.

Наличие этих блоков в системе позволяет экспериментаторам широко пользоваться методами амплитудной и временной спектрометрии совместно с методикой временного отбора. Нестабильность и нелинейность всех параметров линейной схемы пропускания находятся в пределах 1%.

Наличие регулируемого пьедестала позволяет смещать характеристику I вых = $f(I_{вх})$ влево или вправо для устранения нелинейностей первых каналов анализаторов.

За основу схемы широкодиапазонного конвертора взято зарядо-разрядное устройство старт-стопного типа, описанное в работе^{/6/}. Изменение порядка работы транзисторов зарядо-разрядного устройства позволило устранить источники нелинейностей и нестабильностей, присущие аналогичным зарядо-разрядным устройствам. Это дало возможность иметь хорошие характеристики блока в широком диапазоне измеряемых временных интервалов. Собственное электрическое разрешение конвертора 1,4 нсек.

Интегральная нелинейность и нестабильности характеристик не превышают 1%.

В третьей главе диссертации описана группа разработанных вспомогательных блоков системы. Назначение этой группы блоков состоит в том, чтобы улучшить эксплуатационные характеристики системы в целом. Вспомогательные блоки позволяют синхронизовать работу электронных схем измерительных установок с работой ускорителя, позволяют моделировать эксперимент в период его подготовки и осу-

цествлять контроль за работой аппаратуры во время эксперимента.

В описанную группу вспомогательных блоков входят широкодиапазонный генератор наносекундных сигналов ^{/7/}, позволяющий иметь диапазон частот выходных сигналов от разового запуска кнопкой до 90 Мгц и диапазон длительностей выходных сигналов от 5 нсек до 10 Мксек; интенсиметр, имеющий диапазон измеряемых скоростей от 30 гц до 1 Мгц; регулятор амплитуды, позволяющий изменять амплитуду выходного сигнала от 25 мв до 1 вольта; блок синхронизации электронных схем с работой ускорителя, позволяющий иметь выходной сигнал регулируемой длительности в пределах 0,1-1 Мксек с задержкой его относительно сигнала запуска в пределах 1-10 Мсек.

Совместно с другими блоками вспомогательные блоки используются разработчиками для всех видов настройки и проверки блоков системы.

Четвертая глава посвящена вопросам внедрения системы функциональных блоков в практику физического эксперимента.

Успех внедрения блоков системы во многом определяется доступность блоков для экспериментаторов, знанием характеристик и возможностей блоков пользователями, четко налаженной работой по обслуживанию блоков системы.

Для удовлетворения потребностей экспериментаторов в блоках разработчиками приняты меры к серийному выпуску блоков на базе Центральных экспериментальных мастерских ОИЯИ.

Подготовлена и передана в мастерские соответствующая документация, в принципиальных схемах использованы наиболее доступные отечественные радиодетали, приняты меры, обеспечивающие технологичность изготовления блоков.

Эти мероприятия позволили изготовить и передать в эксплуатацию более 1500 блоков 30 наименований.

Массовый выпуск информационных листов на блоки, систематическое проведение семинаров по эксплуатации блоков позволили пользователям достаточно хорошо ознакомиться с характеристиками и возможностями блоков. Наладка, ремонт и обслуживание блоков осуществляется группой разработки. Это позволяет разработчикам оперативно влиять на качественные показатели блоков путем доработок и изменений на последней стадии изготовления блоков, на стадии наладки. Причем, в формировании качественных показателей блоков используется вся информация о блоке, имеющаяся в распоряжении разработчиков на день наладки блока.

В приложении к диссертации дан информационный листок на блок конвертора, иллюстрирующий содержание информационных листов на блоки и их оформление.

В заключении приводятся основные результаты диссертации.

1. Рассмотрены требования, предъявляемые к параметрам электронных функциональных блоков измерительных установок для регистрации и исследования элементарных частиц.

Проведены оценки основных параметров блоков для массовых измерений на синхроциклотроне ЛЯП ОИЯИ. Показано, что логические блоки для массовых измерений должны работать в диапазоне временных интервалов от 5 нсек до постоянного тока. Быстродействие блоков должно быть не менее 50 Мгц.

2. Выбраны общие электрические параметры блоков, общие элементы схем и конструктивное оформление блоков системы с учетом конкретных условий, имеющихся в ЛЯП ОИЯИ.

Приняты следующие общие электрические параметры блоков: входное сопротивление блоков 100 ом; выходное - 50 ом; полярность входных и выходных сигналов - отрицательная; уровень выходного логического сигнала 18 ма; форма логического сигнала - прямоугольная; чувствительность блоков, воспринимающих сигналы с детекторов, равна 100 мв. Напряжение питания ± 12 в.

Входные цепи блоков имеют диодную защиту; выходные цепи выполнены на дифференциальных токовых ключах; логические блоки имеют визуальную индикацию работы.

Конструктивно блоки выполнены на базе механического стандарта стойки "Виния". Размер блоков по передней панели равен 80 X 158 мм, длиной 280 мм.

3. Предложен и внедрен новый тип одновибратора на туннельном диоде, длительность выходного сигнала которого равна четырем временам задержки линии, включенной в цепь отрицательной обратной связи одновибратора. В предложенном одновибраторе коэффициент использования времени задержки линии равен четырем.

4. Предложен и внедрен новый тип одновибратора с эмиттерной связью и эмиттерным повторителем, в котором скорость переходных процессов не зависит от величины паразитных емкостей времязадающей RC цепи.

5. Описаны пять видов разработанных блоков формирующих устройств, способных в совокупности перекрыть диапазон длительностей выходных сигналов от 5 нсек до секунды. В формирующих устройствах использованы одновибраторы предложенных в пунктах 4 и 5

типов, одновибраторы на туннельные диодах с индуктивностью, одновибраторы с отрицательной обратной связью. Быстродействие отдельных блоков формирующих устройств - 100 Мгц.

6. Описаны разработанные логические блоки системы: смеситель и разветвитель логических сигналов, схема четырехкратных совпадений с каналом антисовпадений, мажоритарная схема совпадений на четыре входа с каналом антисовпадений.

Логические блоки не имеют ограничений на максимальные фронты и длительности входных сигналов.

7. Описан разработанный широкодиапазонный времяамплитудный конвертор старт-стопного типа. Диапазоны преобразования - от 50 нсек до 50 мксек. Собственное электрическое разрешение конвертора 1,4 псек. Интегральная нелинейность не превышает 1%.

8. Описана разработанная линейная схема пропускания /интегратор тока с управлением/. Нестабильность и нелинейность основных параметров схемы не превышает 1%.

9. Описаны разработанные вспомогательные блоки системы, создающие удобства при эксплуатации измерительных установок. В состав вспомогательных блоков входят широкодиапазонный генератор наносекундных сигналов, интенсиметр, регулятор амплитуды и блок синхронизации электронных схем с работой ускорителя.

Вспомогательные блоки совместно с другими блоками системы используются для всех видов проверки и настройки блоков.

10. Описаны мероприятия, позволившие успешно внедрить блоки системы в практику физического эксперимента. Основное внимание

уделено вопросам информации о блоках, производства их в необходимом количестве, вопросам формирования качественных показателей блоков, вопросам обслуживания блоков системы.

Взяв на себя заботы по обслуживанию блоков, группа разработчи поставила вопросы обслуживания на принципиально новую основу.

Более 1500 блоков 30 наименований передано физикам и находится в эксплуатации.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. В.Ф.Борейко, Д.Г.Будяшов, Д.М.Валуев, В.М.Гребенях, В.Г.Зинов, Б.С.Краснобородов, Препринт ОИЯИ, I3-6396 Дубна-1972 год.
2. Д.Г.Будяшов, В.Г.Зинов. Авторское свидетельство СССР № 246576 кл. 2Ia^I, 36/04. Бюлл. изобр. №21, 1969.
3. Д.Г.Будяшов, В.Г.Зинов, В.М.Королев. ПТЭ № 1, 1972 г., стр.101.
4. Д.Г. Будяшов, В.Г.Зинов, В.М.Королев. Авторское свидетельство СССР № 362427 Н 03к 3/284. Бюлл. изобр. №2, 1973.
5. Д.Г.Будяшов, В.Г.Зинов, Б.С.Краснобородов. ПТЭ № 1, 1972г. стр.114.
6. Д.Г.Будяшов, В.Г.Зинов. ПТЭ № 4, 1968г., стр. 102.
7. Д.Г.Будяшов. Д.М.Валуев, В.Г.Зинов, Б.С.Краснобородов. ПТЭ № 6, 1970 г. стр.85.

Рукопись поступила в издательский отдел
4 мая 1973 года.