

Н - 624

11 - 6526

Н.М. Никитюк

СИСТЕМА ЦИФРОВЫХ БЛОКОВ
НА ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМАХ
И ИХ СВЯЗЬ С ЭВМ

Специальность 260 - приборы экспериментальной физики

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

(Диссертация написана на русском языке)

11 - 6526

Н.М. Никитюк

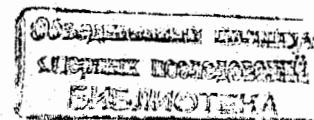
Н-624

СИСТЕМА ЦИФРОВЫХ БЛОКОВ
НА ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМАХ
И ИХ СВЯЗЬ С ЭВМ

Специальность 260 - приборы экспериментальной физики

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

(Диссертация написана на русском языке)



Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований.

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук И.В. Штраних
кандидат физико-математических наук Б.В. Фефилов

Ведущее научно-исследовательское учреждение: Институт атомной энергии им. И.В. Курчатова, г. Москва.

Автореферат разослан : " " 1972 г.

Защита диссертации состоится " " 1972 г. на заседании Ученого совета Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований г. Дубна, Московской области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЛВЭ.

Ученый секретарь Совета

С.В. Мухин

Постановка современного физического эксперимента с применением ЭВМ требует больших затрат людских и материальных ресурсов. Существенно возрастает объем информации. Качественно изменился сам процесс эксперимента. Физик-экспериментатор имеет возможность непосредственно влиять на ход эксперимента посредством диалога с ЭВМ и устройствами визуального представления данных. Все это привело к качественным структурным и технологическим изменениям при создании физических установок. В связи с широким внедрением интегральных микросхем возникла задача создания нового стандарта электроники третьего поколения. Очевидно, что стандартизация цифровых приборов в ядерной электронике позволяет попутно решить еще одну немаловажную задачу, а именно: создание преемственности и гибкости структуры системы обработки и накопления данных. Другими словами, имеется возможность без существенных переделок применять в различных физических экспериментах одну и ту же установку. И, наконец, существенно повышается транспортабельность таких систем.

В настоящее время широкое распространение в физических установках получила система цифровых модулей, которая получила название "САМАС" /1/.

Установка с применением блоков данной системы с одной стороны, включает в себя ЭВМ с некоторым набором внешних устройств, с другой - датчики физической установки (детекторы-счетчики), приборы для автоматического контроля и изменения ее параметров с помощью ЭВМ, средства визуального представления данных и т.д. Для связи ЭВМ с датчиками и другими объектами физической установки применяется крейт (кассета) с набором стандартных блоков. Наиболее типичные блоки: контроллеры, двоичные счетчики, преобразователи информации, интерфейсы к стандартным приборам и т.д.

Отличительной чертой модульной системы цифровых блоков является то, что любой прибор в ней может быть легко заменен другим, причем изменяется лишь часть команд программы управления.

Настоящая работа посвящена решению задач создания и внедрения системы цифровых модулей на интегральных микросхемах для физических установок, работающих на линии с ЭВМ.

Диссертация состоит из введения и пяти глав.

Во введении изложены основные принципы построения современных физических установок, создаваемых на основе электроники третьего поколения. Дается краткая характеристика механических и электрических стандартов ядерной электроники второго поколения.

Первая глава диссертации обзорная. Она посвящена рассмотрению современных способов съема информации с устройств на линии связи с ЭВМ^{/4/}. В общем виде задача ставится следующим образом. Имеется n датчиков дискретной информации и m приемников. С помощью коммутатора требуется передать информацию в параллельном коде в данный момент времени

с любого из n датчиков на любой из m приемников с максимальным быстродействием. Датчиками и приемниками информации могут быть как ЭВМ, так и другие дискретные устройства. Нетрудно заметить, что если число разрядов передаваемой информации велико, то решение этой задачи для большого числа объектов представляет собой определенные технические и экономические трудности. Рассматриваются способы обмена информацией с помощью так называемых интерфейсных карт, получивших широкое распространение в малых машинах с радиальной системой подключения внешних устройств, организация мультиплексорного канала, коммутация дискретной информации в системе "САМАС"^{/2/} и в системах с унифицированным каналом ввода-вывода^{/3/}.

Вторая глава диссертации также является обзорной. В ней рассматриваются вопросы классификации цифровых и аналого-цифровых блоков в системе "САМАС" в зависимости от функционального назначения. Рассматривается пять классов блоков: контроллеры, двоичные счетчики, аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи, интерфейсы к стандартным приборам, блоки задания констант, индикаторы, электронные часы и специальные блоки. Приводятся сравнительные характеристики блоков, выпускаемых различными фирмами^{/5,6/}. Рассматриваются вопросы применения модульной системы блоков в физических установках и в измерительных системах на ускорителях.

Третья глава посвящена вопросам разработки и внедрения приборов на интегральных микросхемах, выполненных автором в стандарте "Вишня".

Основное направление данной работы состояло в выборе наиболее подходящего типа элементов, изучении их возможностей, построении отдельных узлов схмотехники, которые в дальней-

шем нашли применение при разработке приборов и физических установок. Это, в частности, схема задержки импульсов, миниатюрная световая индикация, генераторы пачек импульсов^{/7,8/}. Для построения логических схем были выбраны микросхемы типа ДТЛ, ТТЛ и микросхемы с эмиттерными связями, имеющие хорошие временные параметры.

Следует заметить, что механический стандарт "Вишня" не приспособлен для внедрения электроники третьего поколения и поэтому здесь используется не полностью возможность внедрения микросхем. Ограничение числа микросхем, которые могут быть размещены на одной плате, определяется, в основном, наличием контактов в разъеме. Из приборов, выполненных в данном стандарте, рассматриваются импульсный генератор для наладки дискретных устройств на микросхемах, аналого-цифровой и цифро-аналоговый преобразователи и 24-канальный блок быстрых вентилей для годоскопов. Максимальная частота генерируемых импульсов генератора составляет 40 МГц с различными выходными уровнями (*NIM*, *TTL*, *ECL*). Данный прибор нашел применение при наладке отдельных блоков на микросхемах, имеющих различные входные логические уровни, например, счетчика, а также при настройке приборов, требующих сложной последовательности импульсов (преобразователь из двоичного кода в двоично-десятичный), большой их длительности (интеграторы)^{/9/} и т.д. Блок аналого-цифрового преобразователя на интегральных микросхемах нашел широкое применение в физических установках не только в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ, но и в других организациях. Этому способствовал удачный выбор конструкции и применение микросхем для построения схемы АЦП и счетчика серий. Прибор имеет хорошую интегральную характеристику

(интегральная нелинейность не хуже 0,1%) и удовлетворительное быстродействие (частота генератора серии 10 МГц); применение миниатюрной световой индикации, выведенной на переднюю панель блока, создает определенные удобства для физиков^{/10,11/}.

Цифро-аналоговый преобразователь выполнен на микросхемах типа ТТЛ, имеющих вывод коллектора выходного транзистора во внешнюю цепь. Точность прибора не хуже 0,5%, он нашел применение в устройстве вывода на графикопостроитель^{/12/}.

Двадцатичетырехканальная схема вентилей для годоскопов 24ГСВ100 имеет двадцать четыре входа, управляемых от общего входа. Сигналы с каждой из 24 схем "И-НЕ" поступают на 24-разрядный регистр, состояние которого индицируется на передней панели. Выход информации на ЭВМ осуществляется параллельно через выходные вентили сигналом опроса. Блок выполнен на интегральных микросхемах и имеет хорошее временное разрешение, равное 8 нсек.

Описываемые выше приборы вошли в систему быстрых электронных блоков, разработанных в ЛВЭ^{/13,14/}. Они нашли широкое применение в экспериментах на ускорителе ИФВЭ (Серпухов), в частности, в экспериментах по π -e-рассеянию^{/17/}, на 2-метровой жидководородной камере "Людмила", в установке для изучения редких распадов радиационных резонансов, в системе измерения параметров синхрофазотрона ОИЯИ^{/19/} и др. На блоки разработана технологическая документация, которая передана для производства в ЦЭМ ОИЯИ.

В четвертой главе дается описание модулей в системе "САМАС"^{/20/}. В настоящее время эта система получила широкое распространение в различных физических лабораториях и разрабатывается многими странами-участницами ОИЯИ. Соз-

дание унифицированной системы блоков позволяет существенно расширить сотрудничество ученых стран-участниц ОИЯИ. Рассмотрено описание и характеристики 10 типов блоков 3-го поколения. Среди этих блоков четыре контроллера, являющихся наиболее сложными и ответственными блоками в данной системе. Как по техническим, так и по конструктивно-технологическим параметрам блоки находятся на уровне зарубежных разработок. Разработаны контроллеры для малых ЭВМ ТРА^{/21/} и НР2116В^{/22/}, работающие на линии с этими машинами. Контроллер для ЭВМ ТРА работает по программному каналу со скоростью обмена 50 мксек на одно слово. Контроллер для ЭВМ НР2116В является универсальным, так как может работать как по программному каналу, так и по каналу прямого доступа со скоростью 325 тыс. слов в секунду^{/22/}. С целью унификации разработан также универсальный контроллер для ЭВМ ТРА со скоростью обмена по каналу прямого доступа 100 тыс. слов в секунду. В кассете смонтирован ручной контроллер^{/23/}, который позволяет генерировать все коды функций и сигналы, необходимые для комплексной наладки блоков.

Рассматриваются функциональные схемы и характеристики таких блоков, как: блоки задания констант^{/24/}, десятичный дисплей, аналого-цифровой и цифро-аналоговый преобразователи, интегратор импульсов. Следует отметить, что каждый из этих блоков представляет собой довольно сложное устройство, которое помимо своих прямых функций (измерение, счет импульсов и т.д.), содержит схемы, необходимые для организации связи данного блока с числовой и управляющей магистралью (селекторы функций, вентили записи-чтения и т.д.). При наличии контроллера связь такого блока с ЭВМ обеспечивается автоматически.

При создании системы цифровых блоков большое внимание уделялось разработке магистрали кассеты, с помощью которой осуществляется обмен данными и управляющими сигналами между рабочими блоками и контроллером. В четвертом параграфе этой главы рассматриваются практические вопросы построения магистрали, обосновывается выбор необходимых микросхем, а также рассматриваются временные параметры магистрали. В настоящее время в ЛВЭ ОИЯИ действуют две установки, выполненные в данной системе и работающие на линии с ЭВМ. Блоки, описанные в четвертой главе, совместно с разработками других авторов образуют систему блоков, полностью удовлетворяющую требованиям современных физических экспериментов на линии связи с ЭВМ, а также могут применяться в других научных исследованиях с применением ЭВМ (рис. 1). На разработанные



Рис. 1. Общий вид контроллера для ЭВМ НР2116В.

блоки есть техническая и технологическая документация. Работоспособность и надежность их тщательно проверялась на линии связи с такими ЭВМ, как ТРА и НР2116В.

В пятой главе диссертации изложены результаты по внедрению системы цифровых функциональных блоков в физические установки, а также рассматриваются отдельные установки, разработанные автором совместно с сотрудниками /20/. Эти работы были начаты и завершены в течение последних двух лет.

Разработан комплекс приборов на интегральных микросхемах в стандарте "Вишня", что позволило в какой-то степени создать преемственность между электроникой второго и третьего поколений. Созданные приборы, такие как БАП-1024, цифро-аналоговый преобразователь, 24-канальный годоскоп внедрены в крупнейших установках, на которых получены важные физические результаты. Эти приборы широко используются также в исследовательских организациях Советского Союза. При непосредственном участии автора осуществлена связь экспериментальных установок с ЭВМ ТРА 10001 и НР2116В /25/. Созданы системы для измерения параметров синхрофазотрона, для измерения радиационной обстановки на синхрофазотроне ОИЯИ, с помощью которой получены важные научные результаты и достигнут существенный экономический эффект /26/.

Автором внесен вклад в создание регистрирующей электроники третьего поколения, технически наиболее новой в ЛВЭ. Унифицирована система цифровых блоков, что обеспечивает высокую надежность, гибкость и компактность создаваемых на их основе установок.

Основные результаты диссертации:

1. Рассмотрены характерные особенности электроники третьего поколения.
2. Даны краткие характеристики и специфика работы системы "САМАС".
3. Проведена классификация и рассмотрены особенности блоков 3 поколения, разрабатываемых и выпускаемых различными зарубежными фирмами. Особое внимание уделено контроллерам, являющимся ключевыми блоками в данной системе. Всего рассмотрено 5 классов блоков: контроллеры, интерфейсы, счетчики, преобразователи и специальные блоки. В настоящее время система "САМАС" получила очень широкое распространение. Некоторые фирмы выпускают не только отдельные блоки, но и комплекты блоков, предназначенных для решения определенных задач. Уже созданы целые измерительные системы совместно со специализированной ЭВМ.
4. Описана проведенная автором работа по внедрению интегральной микроэлектроники в ЛВЭ ОИЯИ в течение последних 5 лет, в результате которой была разработана система простейших логических узлов на микросхемах.
5. Созданы надежные в работе физические приборы с учетом достижений современной электроники в стандарте "Вишня". Эти приборы работают на линии связи с ЭВМ в крупнейших физических установках, на которых получены важные физические результаты. Среди установок, в которые внедрены приборы наших разработок, следует отметить установку по изучению π - α -рассеяния, установку "Людмила", установку для изучения радиационных распадов резонансов и др.

6. Разработан комплекс приборов с учетом новейших достижений электроники в системе "САМАС". Этот комплекс рассчитан как на работу физической установки на линии связи с ЭВМ, так и автономно. Характеристики и параметры блоков полностью удовлетворяют требованиям современного физического эксперимента. Эти приборы могут применяться не только в физических установках, но и в научных исследованиях, где применяются ЭВМ или другие средства вычислительной техники.

7. Проверена надежность и работоспособность блоков на линии связи с ЭВМ ТРА-1001 и НР2116В.

8. Созданы приборы, необходимые при наладке блоков электроники третьего поколения (генератор, ручной контроллер, расширитель).

9. При непосредственном участии автора внедрены: а) система измерения радиационной обстановки на синхрофазотроне ОИЯИ; б) система измерения некоторых параметров синхрофазотрона.

10. С помощью автоматической измерительной системы были проведены измерения радиационной обстановки на синхрофазотроне ОИЯИ. Помимо научного результата, полученного с помощью данной системы, Лаборатория высоких энергий получила весомый экономический эффект.

Результаты всех этих работ опубликованы в виде преприятий ОИЯИ и в периодической печати, докладывались на VI симпозиуме ОИЯИ по ядерной электронике (Варшава, сентябрь 1971 г.). Часть работ отмечалась премиями ЛВЭ.

Следует отметить работы, не вошедшие в диссертацию. Они выполнены с учетом достижений электроники второго поколения и нашли применение в приборах и физических установках

/27-37/

Л и т е р а т у р а

1. SAMAC a Modular Instrumentation System for Data Handling. EURATOM Report, EUR 4100, March, 1968.
2. Organization of multi-crate systems. ESONE Committee, September, 1970.
3. Одноканальная ЭВМ типа Р Р-11. Электроника №1, 1967, стр. 26.
4. Н.М. Никитюк. Современные методы коммутации дискретной информации по параллельным каналам. Доклад на VI симпозиуме ОИЯИ по ядерной электронике в Варшаве, сентябрь 1971 г., ОИЯИ Д13-6210, Дубна, 1972.
5. SAMAC. Harwell 7000 Series.
6. SAMAC Modularity data Handling. GEC-Elliott Process Instruments Limited.
7. Н.М. Никитюк. ОИЯИ, 11-3871, Дубна, 1968.
8. Н.М. Никитюк. ОИЯИ, 11-4027, Дубна, 1968.
9. Н.М. Никитюк. ОИЯИ, 11-5928, Дубна, 1971.
10. Н.М. Никитюк и др. Блок амплитудно-временного преобразователя. ПТЭ №1, 1971.
11. Н.М. Никитюк. Аналого-цифровой преобразователь на интегральных микросхемах. ПТЭ, №1, 1971.
12. Н.М. Никитюк. ОИЯИ, 11-5926, Дубна, 1971.
13. Н.М. Никитюк и др. ОИЯИ, 13-5447, Дубна, 1970.
14. Н.М. Никитюк и др. Развитие электроники счетчиков. Доклад на VI Межд. симпозиуме ОИЯИ по ядерной электронике в Варшаве. Сентябрь 1971 г. ОИЯИ, Д13-6210, Дубна, 1972.
15. С.Г. Басиладзе и др. ОИЯИ, Р1-5361, Дубна, 1971.
16. В.К. Бирулев и др. ОИЯИ, Б2-13-4550, Дубна, 1971.
17. Z. Guzik et al. JINR, E-6194, Dubna, 1971.
18. Р.Г. Аствацатуров и др. ОИЯИ, Р13-6184, Дубна, 1971.
19. Г.С. Казанский, А.А. Хошенко. ОИЯИ, 9-5487, Дубна, 1970.
20. Н.М. Никитюк и др. Система цифровых блоков в стандарте "САМАС". Доклад на VI Межд. симпозиуме по ядерной электронике в Варшаве, сентябрь 1971 (ПТЭ, №3, 1972).

21. И.Ф. Колпаков, Н.М. Никитюк. ОИЯИ, 11-6124, Дубна, 1971; ПТЭ, №3, 1972.
22. Н.М. Никитюк, В.А. Смирнов. ОИЯИ, 10-6485, Дубна, 1972.
23. Н.М. Никитюк. ОИЯИ, 11-6311, Дубна, 1972.
24. И.Ф. Колпаков, Н.М. Никитюк. ОИЯИ, 11-6122, Дубна, 1972.
25. И.Ф. Колпаков, Н.М. Никитюк, В.А. Смирнов. Устройство сопряжения ЭВМ HP2116B с экспериментальной установкой. Доклад на VI симпозиуме по ядерной электронике в Варшаве, сентябрь 1971 г. ОИЯИ, Д13-6210, Дубна, 1972.
26. Н.М. Никитюк. и др. Система измерения радиационной обстановки на синхрофазотроне ОИЯИ. Доклад на VI симпозиуме ОИЯИ по ядерной электронике в Варшаве, сентябрь 1971 г. ОИЯИ, Д13-6210, Дубна, 1972.
27. Н.М. Никитюк. ОИЯИ, 2502, Дубна, 1965.
28. Н.М. Никитюк. ОИЯИ, 2600, Дубна, 1966.
29. Н.М. Никитюк. ОИЯИ, 11-2968, Дубна, 1966.
30. Н.М. Никитюк. Быстродействующие ферротранзисторные кольцевые пересчетные схемы. ПТЭ, №6, 1966.
31. Н.М. Никитюк. Регистр с последовательным опросом. Авторское свидетельство №185559. Бюллетень изобретений №17 (1966).
32. Н.М. Никитюк. Ферротранзисторный регистр с последовательным опросом. ПТЭ, №3, 1967.
33. Н.М. Никитюк. Двухтактные кольцевые пересчетные схемы с печатным коэффициентом деления. ГОСИНТИ, Москва, 1967.
34. Н.М. Никитюк. Применение кольцевых делителей частоты для адресной дешифрации. Сборник "Цифровая вычислительная техника и программирование". Изд-во "Сов.Радио", №4, 1968 г.
35. Н.М. Никитюк и др. Система регистрации и вывода на ЭВМ информации из 32 проволочных искровых камер". ПТЭ, №4, 1969.
36. Н.М. Никитюк и др. Магнитный спектрометр с проволочными искровыми камерами и ферритовой памятью на линии с ЭВМ. ОИЯИ, 13-4123, Дубна, 1968.
37. Н.М. Никитюк. Свет, кванты и вычислительная техника. Изд-во "Знание", Москва, 1967.

Рукопись поступила в издательский отдел
16 июня 1972 года.