

УДК 681.142.4

УСТАНОВКА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

А.В. Комаров, Н.С. Кормилицын, И.С. Лискер

Создание системы автоматизации научных экспериментальных исследований (САНЭИ) является важнейшим условием решения многих научных проблем, связанных с выполнением большого количества экспериментов. В последние годы это направление получает все более широкое развитие как в вопросах теории и методов автоматизированных исследований [1,2,3], так и в вопросах создания технической базы, удовлетворяющей потребностям и особенностям научных экспериментов.

Одним из главных свойств аппаратуры, применяемой в САНЭИ, является универсальность. Таким свойством в наибольшей степени обладают электронные цифровые вычислительные машины (ЭЦВМ). Непосредственное применение ЭЦВМ в управлении экспериментом позволяет наиболее полно автоматизировать процесс управления и обработку результатов измерений в ходе самого эксперимента. Однако практическое использование ЭЦВМ для управления экспериментом довольно часто затрудняется или исключается рядом обстоятельств (удаленность ЭЦВМ, неудовлетворительным для экспериментатора распределением машинного времени и др.). Во многих случаях значительный эффект может быть достигнут путем применения аппаратуры с жестким программным управлением и регистрацией данных на носителях в коде ЭЦВМ и последующей обработкой данных эксперимента на ЭЦВМ (например, при исследовании свойств веществ, материалов и приборов, когда можно исключить обратную связь экспериментальной установки с управле-

щим блоком). Подобная аппаратура, благодаря сравнительной простоте, относительно небольшим габаритам и стоимости, весьма удобна для экспериментатора.

В работе дается описание разработанной в Институте математики СО АН СССР установки, предназначенной для автоматизированного управления по установленной программе физическими экспериментами в условиях научно-исследовательских и заводских лабораторий.

§ 1. Особенности установки

1) Процесс проведения эксперимента, полностью формализованный и записанный в виде программы, достаточно просто задается на программной части установки. Управление ходом эксперимента и регистрация данных на носитель производится автоматически без непосредственного участия экспериментатора.

2) На каждом шаге коммутации может быть использована любая комбинация включения каналов. При этом в каждый момент времени какой-либо один из каналов используется для связи датчика с аналого-цифровым преобразователем (АЦП), а по остальным могут выдаваться команды на включение различных силовых воздействий.

3) В установке имеется дополнительное (кроме шагового) развешивающее устройство по циклам, которое представляет возможность экспериментатору менять от цикла к циклу условия выполнения эксперимента (например, масштабы силовых воздействий).

4) Имеющийся в установке датчик временных интервалов (ДВИ) позволяет устанавливать различные временные интервалы между каждыми двумя соседними шагами коммутации.

Применение такого ДВИ совместно с указанным выше способом включения и использования каналов обеспечивает при автоматической работе установки очень гибкую систему управления каналами.

5) Регистрация результатов измерений производится на перфоленду в коде ЭЦВМ "Минск-2". В процессе регистрации автоматически вырабатываются и наносятся на перфоленду все служебные кодовые комбинации ЭЦВМ. Таким образом, экспериментальные данные оказываются полностью подготовленными к вводу в ЭЦВМ для дальнейшей обработки без дополнительной подготовки вручную.

6) Схемой предусматривается также непосредственная связь установки с ЭЦВМ.

§ 2. Блок-схема установки

Блок-схема установки программного управления экспериментами показана на рис.1. Как видно из схемы, с помощью коммутатора каналов и линий осуществляются связи датчиков экспериментальной установки (ЭУ) с АЦП, а также исполнительных органов ЭУ с блоками выдачи команд на включение силовых воздействий и на изменение масштабов силовых воздействий. Реализация программы, т.е. управление работой коммутатора, а также синхронизация работы всех других блоков установки выполняются с помощью блока задания программы и датчика временных интервалов. Первый блок определяет комбинацию включения каналов на каждом шаге коммутации, а с помощью ДВИ производится выдержка необходимого в каждом случае интервала времени. В конце заданного интервала запускается АЦП и измеряются показания соответствующего датчика.

Цифровой код с АЦП через коммутатор цифровых входов поступает на регистр печати и далее на регистратор. В качестве регистратора могут быть использованы перфораторы ПЛ-80/8 или ПЛ-20. Через цифровой вход может регистрироваться различная цифровая информация (например, от измерительных приборов с автоматическим или программным переключением диапазонов и др.).

§ 3. Блок задания программы

Блок задания программы является основной и наиболее интересной частью установки. Основу блока составляет коммутационное поле емкостью 50x50 гнезд, программа на котором набирается с помощью штеккеров. Все поле разбивается на отдельные участки, имеющие самостоятельное функциональное назначение. Рассмотрим подробно принципиальные схемы каждого участка.

1) Поле выбора каналов

Принципиальная схема поля дана на рис.2. Оно представляет собой участок размером 50x25 гнезд. Вдоль длинной стороны поля производится развертка по шагам коммутации. В первом конструктивном варианте нами применялся для развертки шаговый

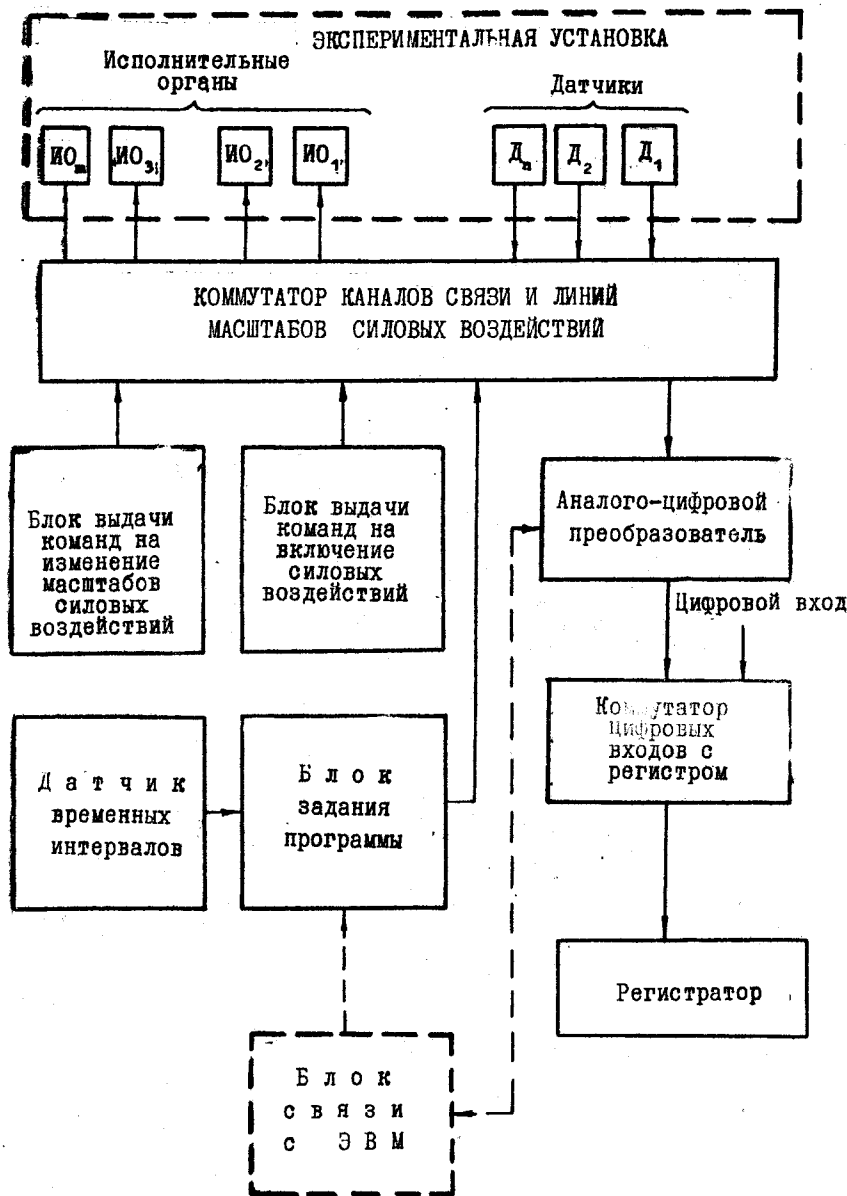


Рис. I

искатель на 50 линий (ШИ-50/4), во-втором - выполнена электронная развертка. К другим (перпендикулярным) шинам этого поля подключаются обмотки линейных реле. С помощью штеккеров на каждом шаге коммутации может быть задана любая комбинация включения линейных реле. Соединение шин производится через диоды для предотвращения ложного срабатывания реле через узлы соединения шин на других шагах. Таким образом, схема поля каналов представляет собой схему шифратора с переменной настройкой на каждой линейке.

2) Поле распределения контактов линейных реле по назначению (50 x 4 гнезд)

Как видно из принципиальной схемы (рис.3), к шинам одной стороны поля подключены контакты линейных реле ($P_1 - P_{25}$), а к шинам другой стороны - выходы других функциональных блоков схемы установки, а именно:

- а) аналого-цифрового преобразователя (к шинам 47, 48);
- б) блока выдачи команд на включение силовых воздействий (к шине 49);
- г) приема сигнала внешнего запуска от ЭУ или ЭЦВМ (к шине 50).

Конструктивно это поле отличается от предыдущего отсутствием диодов в узлах соединения шин.

При составлении программы проведения эксперимента каждому каналу назначается своя функция. Например, одна группа каналов выделяется для соединения датчиков с АЦП установки, другая - для соединения с исполнительными органами ЭУ, один канал для приема сигнала запуска от ЭУ (если он необходим в данном эксперименте) и т.д. Теперь в соответствии с назначением канала выполняется с помощью штеккеров соединение контактов линейного реле этого канала с шиной соответствующего функционального блока. Фактическое соединение канала с блоком произойдет при замыкании контакта реле, т.е. при срабатывании линейного реле.

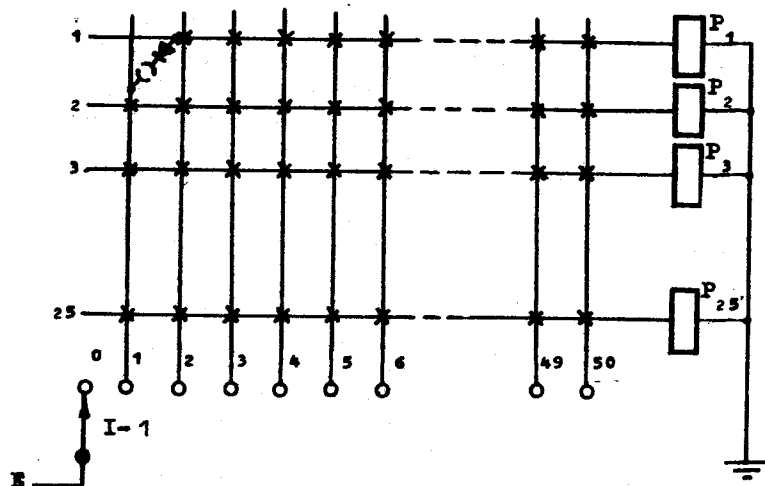


Рис. 2.

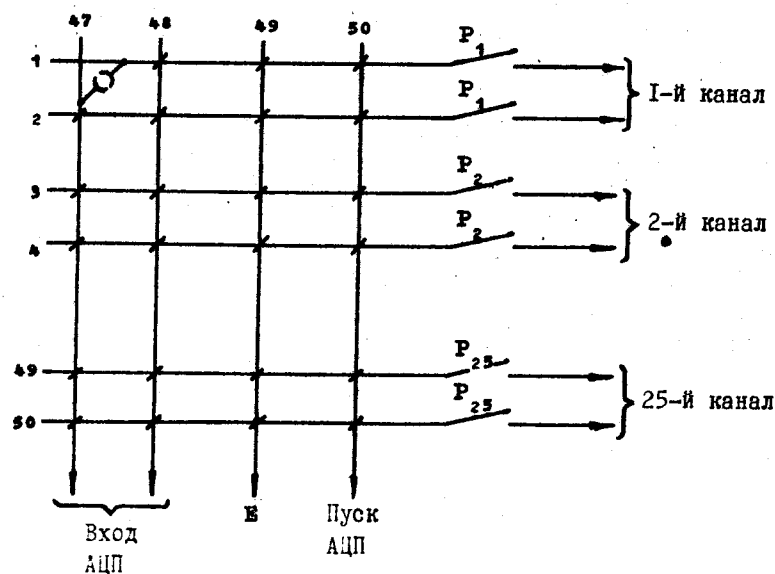


Рис. 3.

3) Поле датчика временных интервалов

Принципиальная схема поля дана на рис.4, емкость поля 50 x 10 гнезд, конструктивно оно аналогично полю на рис.3.

К шинам одной стороны поля подключены выходы ДВИ. Каждой шине ДВИ соответствует свой интервал времени. Шины другой стороны поля соединяются с контактами другого ряда развертывающего устройства по шагам. Для задания нужного интервала на данном шаге производится соединение с помощью штеккера шины соответствующего шага с шиной соответствующего интервала.

При установке развертывающего устройства на какой-либо шаг начинается отсчет времени ДВИ. По окончании установленного интервала из ДВИ поступает импульс на запуск АЦП. После преобразования производится перевод развертывающего устройства на следующий шаг и сброс ДВИ в "0". Таким образом, отсчет времени на каждом шаге начинается от "нуля" для избежания наложения интервалов друг на друга. При запуске установки на каком-либо шаге от ЭУ соединения шины развертывающего устройства с шиной ДВИ на данном шаге не производится.

4) Поле блока выдачи команд на изменение масштабов силовых воздействий

Принципиальная схема поля дана на рис.5, емкость 50 x 10 гнезд, конструкция аналогична полю на рис.2.

Это поле связано с развертывающим устройством по циклам. В каждом цикле может выдаваться любая комбинация сигналов на выходных линиях (26 + 35) этого блока. К выходным линиям блока подключаются исполнительные органы ЭУ масштабов силовых воздействий. Схема блока обеспечивает любые вариации масштабов силовых воздействий в 50-ти последовательных циклах работы шагового развертывающего устройства.

Таким образом, задаваемая шаговым развертывающим устройством программа опроса датчиков, включения и выключения силовых воздействий в определенной пространственно-временной последовательности будет повторяться во всех циклах, а масштабы силовых воздействий, связанные с развертывающим устройством по циклам, могут изменяться от цикла к циклу в любых вариациях.

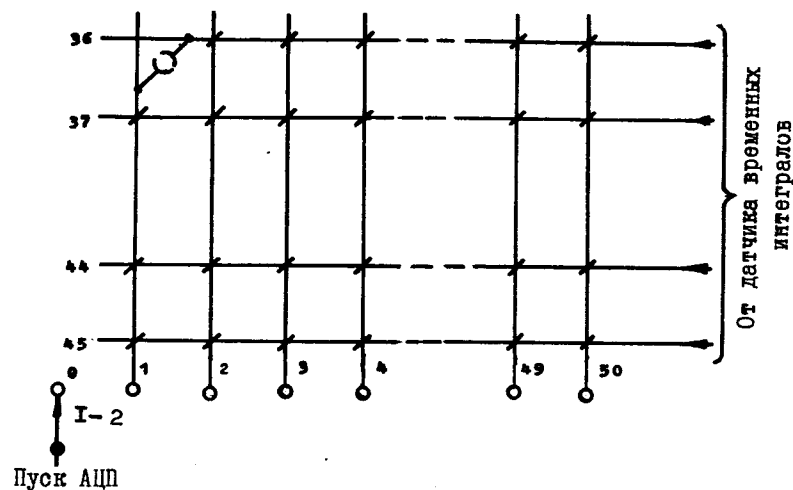


Рис. 4.

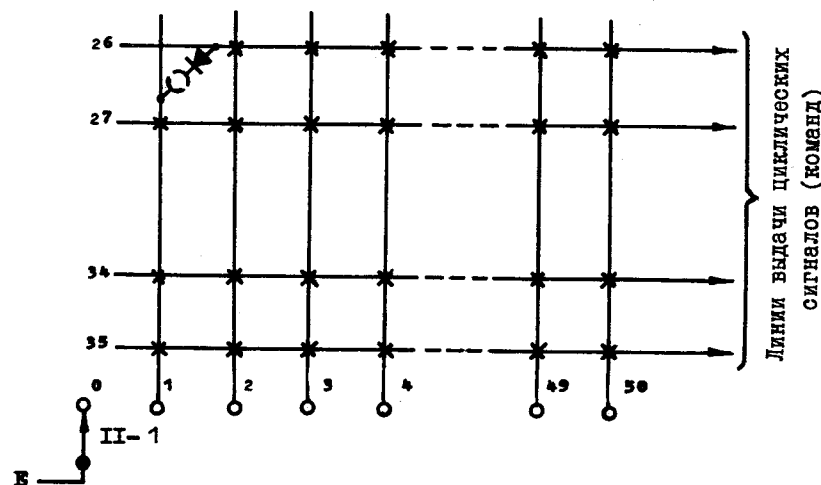


Рис. 5.

Ниже приводится характеристика одного из макетов установки, включающего цифровой вольтметр типа ВК7-10 и перфоратор ПД-20.

1) Установка имеет 25 универсальных каналов, которые могут использоваться как для опроса датчиков экспериментальной установки, так и для выдачи команд на включение и выключение силовых воздействий, и 10 линий, связанных с устройством развертки по циклам, по которым могут выдаваться команды на изменение масштаба силовых воздействий (или изменение условий выполнения эксперимента).

2) На каждом шаге коммутации может включаться любое число (из 25) каналов.

3) Максимальное число шагов коммутации в одном цикле работы установки — 50.

4) Установка может работать в режиме одиночного цикла или в режиме автоматического повторения циклов. При этом максимальное число счетчика циклов принято равным 50. Предусматривается возможность задания автоматического останова после любого (из 50) порядкового номера цикла.

5) Скорость развертки — переменная. Между каждым отдельными измерениями (шагами коммутации) может задаваться любой из следующих девяти интервалов выдержки времени: 0,5; 1,2,5, 10, 20, 30, 60, 120 сек или режим ожидания внешнего запуска от ЗУ.

6) Нормальный режим работы на каждом шаге коммутации состоит из следующих этапов: 1) включения или выключения силовых воздействий (исполнительных механизмов), 2) выдержки заданного интервала времени, 3) измерения (опроса датчика) и 4) фиксации результатов измерения на перфоленду.

Кроме того, предусматривается режим передачи с входа на печать цифрового кода, а также режим блокировки измерения и печати (холостой пропуск).

7) На перфоленду выводятся:

а) при запуске установки и при переходе от одного цикла к другому — номер цикла;

б) при измерениях — номер шага, результат измерения и номер диапазона в случае использования измерительных приборов с автоматическим переключателем пределов измерений [5];

в) при передаче цифрового кода - значение кода, поступившего на вход (например, от устройства программного переключения пределов измерений), а также во всех случаях - необходимые служебные кодовые комбинации кода соответствующей ЭИМ.

8) Диапазон измеряемых величин напряжения постоянного тока от 0 до 10 в со значением величины младшего разряда 10 мв.

В заключение отметим, что установка, благодаря своим достаточно широким программным возможностям, может найти применение в автоматизации различных экспериментов. Описанный макет использовался в одной из лабораторий НИИ для автоматизации эксперимента по исследованию свойств образцов из полупроводникового вещества, а также в заводской лаборатории для исследования качества текущей продукции с целью прогнозирования брака. В обоих случаях установку использовали с высокой эффективностью.

Л и т е р а т у р а

1. Э.В. ЕВРЕЙНОВ, Ю.Г. КОСАРЕВ. О системах автоматизации научных экспериментов для разработки вычислительных систем. - Вычислительные системы, Новосибирск, 1963, вып.8, стр. 3-10.
2. И.С. ЛИСКЕР. Использование электронной вычислительной машины для комплексного исследования характеристик полупроводниковых материалов и управления физическим экспериментом. - Вычислительные системы, Новосибирск, 1963, вып. 8, стр. 11-26.
3. И.С. ЛИСКЕР. Вариационные методы экспериментального исследования кинетических коэффициентов в полупроводниках. - Вычислительные системы, Новосибирск, Изд-во "Наука", Сиб.отд., 1968, вып.29, стр.3-88.
4. А.В. КОМАРОВ, Н.С. КОРМИЛИЦЫН. Коммутатор с программным управлением для автоматизации научных экспериментов. - Тезисы докладов областной научно-технической конференции, посвященной Дню радио, Новосибирск, 1966.
5. Н.С. КОРМИЛИЦЫН. Устройство автоматического переключения диапазонов прибора Ф 116. Данный сборник, стр. 176-180.

Поступила в редакцию
1 октября 1968 г.