

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РСФСР

НОВОСИБИРСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. ЛЕНИНСКОГО КОМСОМОЛА

Кафедра радиопизики

М Е Т О Д И Ч Е С К И Е У К А З А Н И Я

к лабораторным работам практикума

"Технические средства автоматизации научных исследований"

(ТСАНИ)

ИЗУЧЕНИЕ ОДНОКРАТНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПОМОЩИ
ЦИФРОВЫХ ОСЦИЛЛОГРАФОВ

Новосибирск 1998

Лабораторная работа посвящена изучению принципов работы цифрового осциллографа, его основных характеристик и набора команд. На примере регистрации процесса нагрева нити накаливания при пропускании через нее импульса тока практически изучаются способы работы с цифровым осциллографом и многоканальными системами сбора данных на его основе.

Составитель А.М. Батраков

Рецензент М.В. Коллегов

Печатается по решению кафедры радиофизики

© Новосибирский государственный университет, 1990

В большинстве физических экспериментов существенную информацию о происходящих процессах несет форма сигналов с датчиков, т.е. поведение измеряемой величины во времени. Наиболее распространенным прибором для наблюдения периодических сигналов является обычный осциллограф. Для тех случаев, когда необходимо наблюдать однократный или редко повторяющийся сигнал, в последнее время широко применяются так называемые цифровые осциллографы. В этих приборах информация о входном сигнале сначала преобразуется в цифровую форму, затем запоминается и только потом выводится для визуального анализа.

Применение цифровых осциллографов в физическом эксперименте дает возможность автоматизировать процесс регистрации данных, повысить точность измерений, значительно увеличить количество каналов, быстро проводить необходимую математическую обработку, организовывать удобные архивы.

СХЕМА И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ЦИФРОВОГО ОСЦИЛЛОГРАФА

Структурная схема цифрового осциллографа, работающего в реальном масштабе времени, и диаграмма его работы приведены на рис.1. Принцип действия прибора заключается в следующем: аналого-цифровой преобразователь (АЦП) в равноотстоящие на Δt моменты времени $T_0, T_1, T_2, \dots, T_n$ преобразует значения сигнала в цифровой код, который затем поступает в оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) и последовательно запоминается в ячейках с адреса-

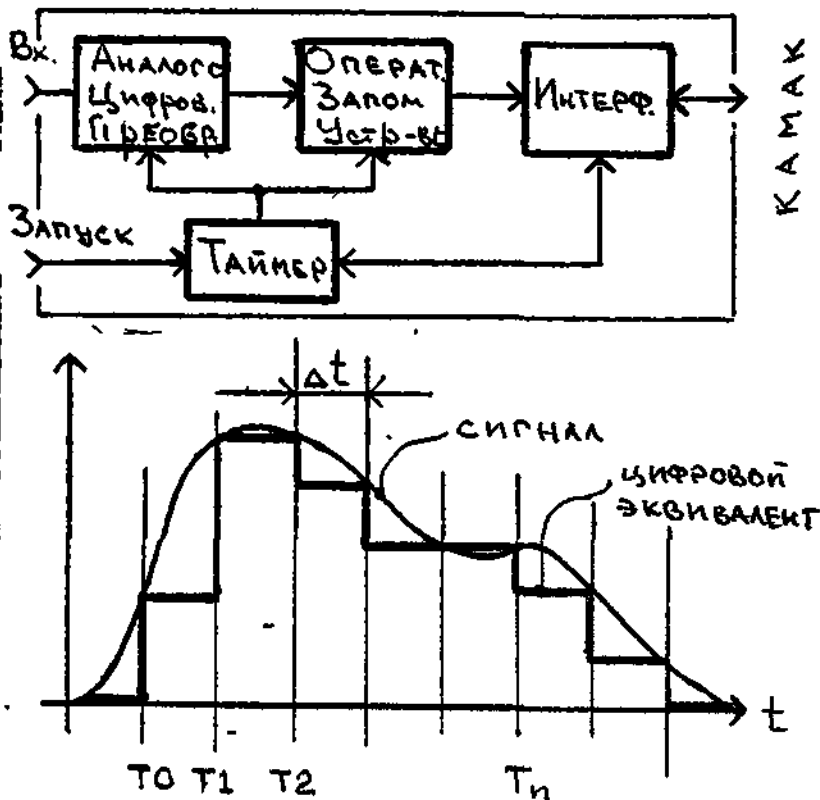


Рис.1

ми $0, 1, 2, \dots, n$. Таким образом, в ОЗУ хранится цифровой эквивалент сигнала, причем адрес ячейки n соответствует моменту $n\Delta t$, а число, хранящееся в ячейке, соответствует значению сигнала в этот момент времени. По окончании записи полученные данные могут быть отправлены в ЭВМ для дальнейшей обработки и визуализации.

Таймер задает интервалы Δt между отсчетами, а интерфейс осуществляет взаимодействие с ЭВМ.

На основе описанного прибора можно создать многоканальную цифровую осциллографическую систему. Для этого сигналы от нескольких источников надо подавать на вход цифрового осциллографа через быстродействующий коммутатор аналоговых сигналов, по очереди циклическим образом подключающий все каналы. Работа коммутатора должна быть синхронизована с работой АЦП таким образом, чтобы в каждый такт преобразования обрабатывался сигнал от одного канала. Временная диаграмма функционирования такой системы показана на рис.2. В ОЗУ в этом случае будет поступать информация уже в форме четырех сигналов, причем в ячейках с адресами $4i$ ($i=1, 2, 3, \dots, n$) будут храниться данные о "канале 0", в ячейках с адресами $4i+1$ — данные о "канале 1" и т.д. Естественно, что время между отсчетами для каждого из сигналов увеличится пропорционально количеству каналов. Однако если характерные времена изменения сигнала достаточно велики, то такой способ увеличения каналов вполне приемлем.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОММУТАТОРОВ И ЦИФРОВЫХ ОСЦИЛЛОГРАФОВ

Параметрами, характеризующими цифровые осциллографы, в первую очередь являются:

- разрешающая способность;
- интервалы между отсчетами;
- емкость памяти;
- максимальная частота обрабатываемого сигнала.

РАЗРЕШАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ — это способность АЦП различать два близких значения входного сигнала. Определяется обычно количеством кодовых комбинаций на выходе преобразователя и выражается чаще всего в битах. Так, например, при разрешающей способности АЦП 10 бит количество кодовых комбинаций составляет 1024, следовательно, возможно различать напряжения, отстоящие друг от друга на 1/1024 от диапазона преобразования.

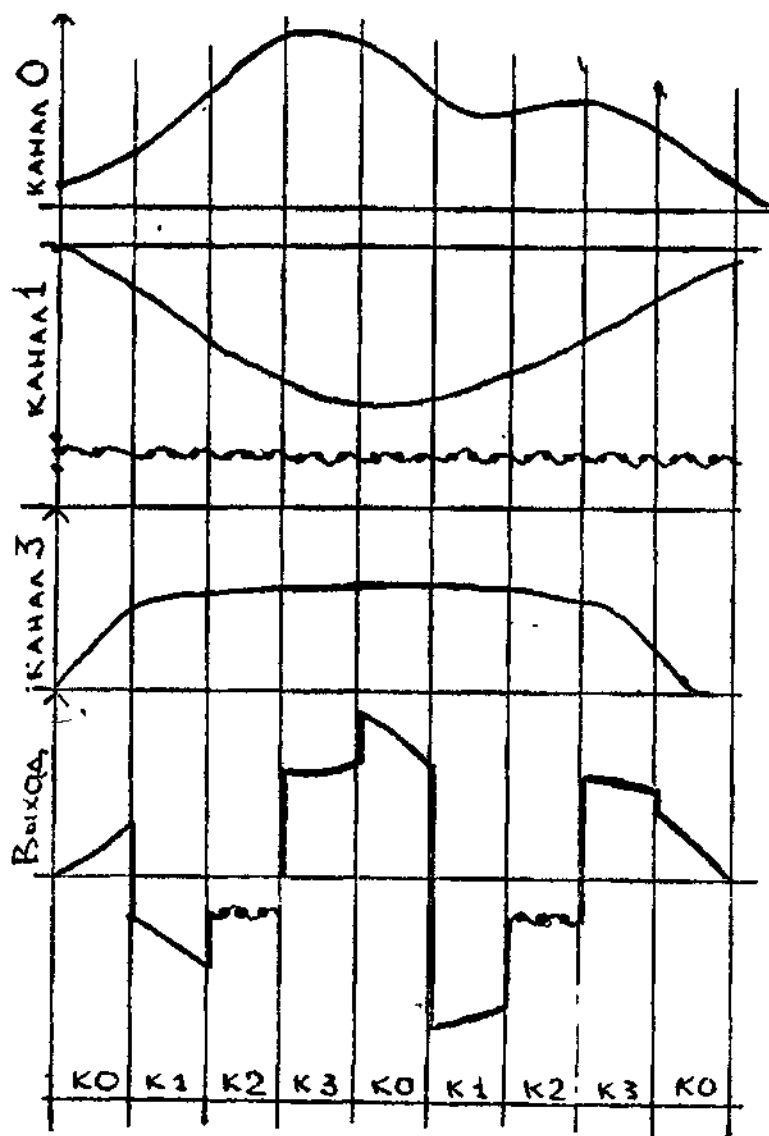


Рис. 2

ИНТЕРВАЛ МЕЖДУ ОТСЧЕТАМИ - расстояние на оси времени между двумя соседними отсчетами.

ПОЛОСА ЧАСТОТ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ СИГНАЛОВ - это интервал частот, в котором дополнительная динамическая ошибка, возникающая при обработке быстроменяющегося сигнала, не превышает младшего разряда.

ЕМКОСТЬ ОЗУ - это количество слов с разрядностью, соответствующей АЦП, которое может быть записано в ОЗУ. Произведение емкости памяти на интервал между отсчетами определяет максимальную длительность регистрируемого процесса.

В настоящее время существует широкая номенклатура цифровых осциллографов. Рекордными по быстродействию считаются приборы, имеющие 1 нс/отсчет при разрешающей способности 8 бит и в полосе частот 500 МГц. По соотношению разрядность - быстродействие лучшими считаются осциллографы, имеющие 12 бит и 100 нс/отсчет. Используемый в работе АЦП-101 относится к классу широкоупотребимых и обладает быстродействием 1 мкс/отсчет, разрядностью 10 бит и объемом памяти 4096 слов.

Основными характеристиками быстродействующих КАСов являются количество обрабатываемых каналов, время переключения с канала на канал, коэффициент передачи со входа на выход и его нелинейность.

Типовыми считаются КАСы с количеством каналов 4-16 при времени переключения 1 мкс и нелинейности коэффициента передачи 0.1%. Именно такой КАС и используется в данной работе. Отметим, что вполне достижимы времена переключения 20-40 нс при количестве каналов 2-4 и ошибке коэффициента передачи 0.5%.

ОПИСАНИЕ ПРИБОРОВ

В работе используется цифровой осциллограф АЦП-101 совместно с коммутатором аналоговых сигналов КАС-4.

Основные характеристики АЦП-101:

разрешающая способность	- 10 бит
интервалы между отсчетами	- 1 мкс и выше (см. рег. пределов)
емкость памяти	- 4096 слов
полоса частот	- 200 кГц
диапазон входн. сигналов	- 0.512В, 2.048В, 8.192В (см. рег. пределов)

Блок-схема прибора приведена на рис. 3.

Входной сигнал подается на масштабирующий усилитель, коэффициент передачи которого выбирается программно. Затем отнормированный по амплитуде сигнал поступает на устройство выборки-хранения. В момент прихода тактового импульса напряжение на емкости запоминается и хранится в течение времени, необходимого для преобразования в код в аналого-цифровом преобразователе (АЦП). Полученный код запоминается в ячейке ОЗУ, адрес которой подго-

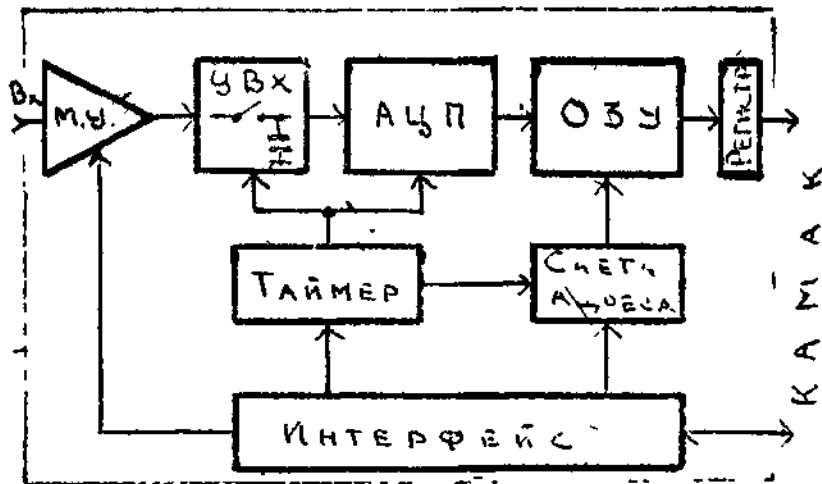


Рис. 3

товлен в адресном счетчике. После записи слова состояние адресного счетчика увеличивается на "1". Интервалы между отсчетами, формируемые в таймере, также выбираются программно. Интерфейс управляет работой АЦП и ОЗУ и организует взаимодействие всего прибора с магистралью крейта.

СПИСОК КОМАНД

- A(0)F(0) - чтение ОЗУ с автоматическим инкрементированием адресного счетчика;
- A(0)F(8) - проверка наличия LAM-запроса;
- A(0)F(10) - сброс запроса;
- A(0)F(16) - запись в ОЗУ с автоматическим инкрементированием адресного счетчика;
- A(1)F(17) - запись в статусный регистр (6 бит);
- A(2)F(17) - запись начального адреса (12 бит);
- A(3)F(17) - запись в регистр пределов (6 бит).

X=1 на все перечисленные команды, если блок исправен;

Q=LAM в ответ на F(8);

Q=1 в ответ на F(0) или F(16), если нет "массива по Q";

Q=1 в ответ на F(0) или F(16) в режиме "массив по Q", если ОЗУ не дописано/дочитано до конца.

Z - сброс триггера запроса и перевод в исходное состояние триггера автоблокировки.

C, I - не используются.

Прибор может работать в трех основных режимах:

- регистрации сигнала;
- вывода информации из ОЗУ в ЭВМ;
- записи информации в ОЗУ из ЭВМ.

К этим основным режимам возможны дополнения, которые будут описаны далее. Для выбора режимов необходимо записать соответствующую комбинацию битов в СТАТУСНЫЙ РЕГИСТР осциллографа. Назначение битов статусного регистра приведено ниже.

Биты 1 и 2 определяют основные режимы работы:
 W1=0 W2=0 - режим регистрации процесса;
 W1=1 W2=0 - чтение ОЗУ;
 W1=1 W2=1 - запись в ОЗУ;
 W1=0 W2=1 - запрещенная комбинация.

Бит 3 - "массив по Q" (W3=1) - позволяет организовать чтение/запись ОЗУ без программного счета количества шагов. В режиме "массив по Q" блок выдает Q=1 в ответ на F0 или F16 до тех пор, пока ОЗУ не будет прочитано/дописано до последней ячейки.

Бит 4 - "запрет LAM" (W4=1) - запрещает работу механизма запросов и блок не выставляет LAM.

Бит 5 - "блокировка запуска" (W5=1) - запрещает прохождение запускающих импульсов и соответственно инициацию регистрации процесса.

Бит 6 - "разрешение автоблокировки" (W6=1) - включает механизм автоблокировки по запуску, когда пропускается только первый импульс запуска, а последующие запрещаются. Механизм автоблокировки сбрасывается в начальное состояние битом W1=1 статусного регистра.

Состояние битов статусного регистра индицируется на передней панели, причем W1 соответствует верхний светодиод, а W6 - нижний.

Диапазоны работы осциллографа по амплитуде и времени определяются РЕГИСТРОМ ПРЕДЕЛОВ. Биты W6, W5 задают амплитуду, а W3, W2, W1 - время (см. таблицу).

Амплитуда

Диапазон	команда	W6	W5	Вес н.а.разрядов
+ 0.128 В	:F(17)A(3):	0	0	0.2 мВ
+ 0.512 В	:F(17)A(3):	0	1	1.0 мВ
+ 2.048 В	:F(17)A(3):	1	0	4.0 мВ
+ 8.192 В	:F(17)A(3):	0	0	16. мВ

Время	Диапазон	Команда	W3	W2	W1
1 мкс	:F(17)A(3):	0	0	0	0
5 мкс	:F(17)A(3):	0	0	1	0
20 мкс	:F(17)A(3):	0	1	0	0
100 мкс	:F(17)A(3):	0	1	1	0
0.5 мс	:F(17)A(3):	1	0	0	0
2.0 мс	:F(17)A(3):	1	0	1	0
внешний	:F(17)A(3):	1	1	0	0

Загруженный диапазон индицируется на передней панели блока.

Работа с осциллографом начинается с загрузки диапазонов, затем в статусный регистр записывается режим регистрации. С приходом положительного стартового импульса на вход "Запуск" счетчик адреса сбрасывается в "0" и начинается процесс регистрации, который продолжается до заполнения ОЗУ, после чего блок выставляет LAM-запрос. Можно остановить регистрацию, не дожидаясь заполнения ОЗУ, для чего следует записать "1" в бит W1 статусного регистра.

Вывод информации в ЭВМ требует:

- установки соответствующего статуса;
- загрузки начального адреса, т.е. адреса той ячейки, с которой начнется чтение;
- одного "лишнего" чтения (это необходимо, чтобы переписать информацию из ячейки с выбранным адресом в выходной регистр (см. рис.3);
- отправки команды чтения столько раз, сколько слов надо прочитать (каждая команда инкрементирует адресный счетчик).

Кодировка сигнала выглядит следующим образом:

+ U max	-	1023
.....		
+ 1	-	513
0	-	512
- 1	-	511
.....		
- U max	-	0000

Основные параметры КАС-4:

количество каналов - 4
 время переключения - 1 мкс
 коэффициенты передачи
 со входа на выход - 1, 1/4, 1/16
 ошибка коэффициента - 0,1%
 диапазон вых. напряжен. - 0.512 В

Блок-схема коммутатора приведена на рис.4. В состав КАС-4 входят четыре идентичных канала, схема управления и выходной усилитель. Каждый канал включает в себя программно управляемый аттенуатор с коэффициентами 1/1,

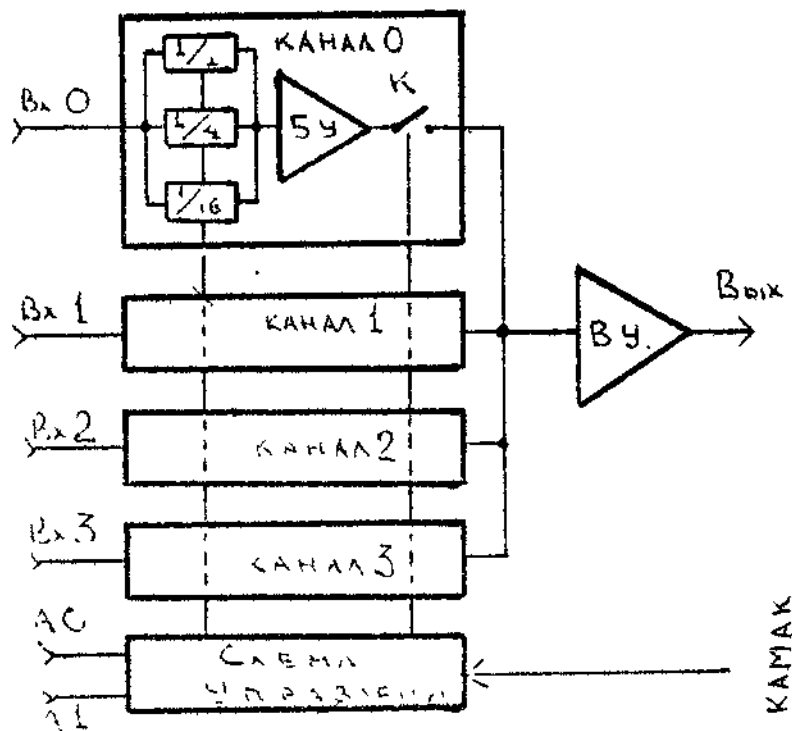


Рис.4

1/4, 1/16, буферный усилитель и ключ. Работа КАС-4 должна быть строго синхронизована с циклом АЦП-101 и поэтому управление ключами осуществляется от младших разрядов адресного счетчика цифрового осциллографа по двум кабелям. Диапазон напряжений выходного усилителя приведен к формату +0.512 В и поэтому ПРИ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЕ С АЦП-101 в последнем ДОЛЖЕН БЫТЬ УСТАНОВЛЕН ДИАПАЗОН 0.512 В.

СПИСОК КОМАНД

A(0)F(17) - запись режима работы; X=1, Q=0;
 A(2)F(17) - запись коэффициентов ослабления; X=1,
 Q=0.

Z, C, I не используются.

КАС-4 может работать в двух режимах:

- в режиме передачи сигнала по одному, выбранному программным образом каналу;

- в режиме циклического перебора каналов, при котором команды на переключение выдаются блоком АЦП и соответственно скорость перебора определяется выбранной скоростью АЦП.

Установка режимов и выбор канала производится в соответствии с таблицей.

Режим	Команда	W3	W2	W1
Циклич. опрос:	F(17)A(0)	0	0	0
всех каналов:				
Вкл. канал 0:	F(17)A(0)	1	0	0
Вкл. канал 1:	F(17)A(0)	1	0	1
Вкл. канал 2:	F(17)A(0)	1	1	0
Вкл. канал 3:	F(17)A(0)	1	1	1

Загруженный режим индицируется на передней панели.

Запись коэффициентов ослабления по каждому каналу производится по следующей таблице:

Диапазон:	Команда	Канал 0	Канал 1	Канал 2	Канал 3
:	:	M12 M11 M10	M9 M8 M7	M6 M5 M4	M3 M2 M1
1/1	:F(17)A(2):	3	3	3	3
1/4	:F(17)A(2):	5	5	5	5
1/16	:F(17)A(2):	6	6	6	6

Коэффициент ослабления в каждом канале индицируется.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В данной работе с помощью четырехканальной цифровой осциллографической системы будут регистрироваться процессы в лампах накаливания при протекании по ним большого импульсного тока. Формирователь импульсного тока собран в модуле "КЛЮЧ". Схема этого модуля приведена на рис. 5. При нажатии кнопки "Старт" на выход "Запуск" поступает положительный импульс запуска для АЦП-101. Он же включает таймер, замыкающий на 300 мс ключ "К". Напряжение с шунта 0,15 Ом выводится на раз'ем "Uшунта". Напряжение на исследуемом элементе относительно земли выводится на "Uисслед".

1. Проверьте по рисунку 6 правильность сборки схемы. Подключите к зажимам блока "КЛЮЧ" лампу.

2. Напишите программу для работы с собранной системой. Работа предполагается следующим образом. Кнопка "Старт" инициирует процесс и стартует цифровой осциллограф. Один канал регистрирует напряжение на шунте, другой - на лампе. По окончании записи информация вводится в ЭВМ, обрабатывается и в виде трех кривых: "Uлампы", "Iлампы", "Rлампы" выводится на цветной дисплей.

3. Проведите калибровку осей графиков с тем, чтобы можно было определить значения напряжений токов и сопротивлений.

4. Объясните полученные зависимости.

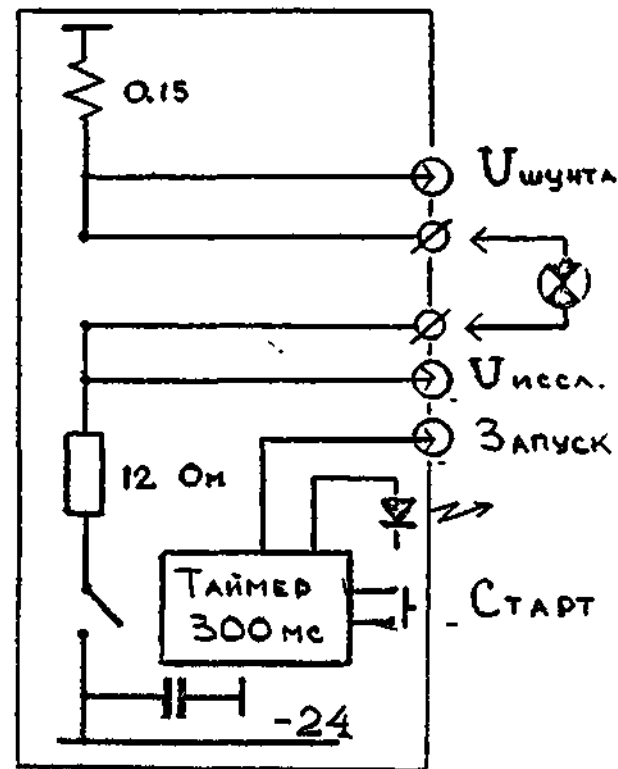


Рис. 5

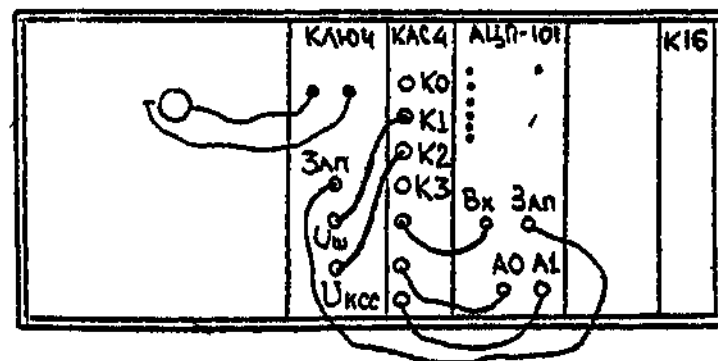


Рис. 6

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам практикума

"Технические средства автоматизации научных исследований"

(ТСАНИ)

**ИЗУЧЕНИЕ ОДНОКРАТНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПОМОЩИ
ЦИФРОВЫХ ОСЦИЛЛОГРАФОВ**

**Составитель
А. И. Батраков**

Подписано в печать 27.3.90 формат 60*84 1/16.
Печать офсетная. Уч.-изд. л. 1.
Тираж 500 экз. Заказ № 323 Бесплатно.

Редакционно-издательский отдел Новосибирского
университета; участок оперативной полиграфии
НГУ; 630099, Новосибирск-90, ул. Пирогова, 2.