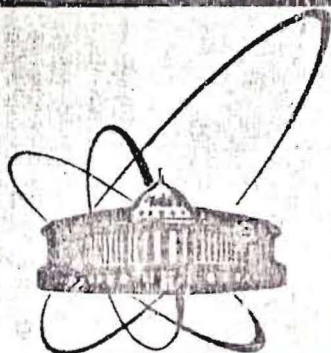


85-291



СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

8-85-291

А.Б.Неганов

МНОГОКАНАЛЬНЫЙ АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПРИБОР  
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СВЕРХНИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

1985

При эксплуатации поляризованных "замороженных" мишеней /ПЗМ/ необходим непрерывный контроль за работой рефрижератора растворения  $^3\text{He}$  в  $^4\text{He}$ , являющегося основным узлом мишени. В течение длительного времени /продолжительность сеансов на ускорителе достигает 20-25 сут./ требуется проводить измерения температуры во многих точках рефрижератора. Для оперативного контроля данные надо выводить на ленту многоканального самописца и цифровой дисплей. Кроме того, данные о температуре необходимо вводить в ЭВМ при измерении поляризации мишени.

Для измерения сверхнизких температур в рефрижераторах ПЗМ используются калиброванные угольные термометры сопротивления типа SPEER, ALLEN-BRADLEY и их аналоги. Они имеют несомненные преимущества - малые размеры, высокую чувствительность, быстрое действие и радиационную стойкость. Основная трудность при работе с угольными термометрами заключается в необходимости ограничить подводимое в процессе измерения тепло до  $10^{-12}$ - $10^{-15}$  Вт<sup>1/1</sup> из-за очень низкой теплопроводности самого материала термометра. Следует заметить, что мишень расположена в пучковом канале на расстоянии ~30 м от пульта управления, в зале ускорителя высок уровень электромагнитных помех, и непосредственно у мишени расположены системы счетчиков с высоковольтным питанием.

Для решения поставленной задачи был разработан 16-канальный автоматический омметр, описываемый ниже.

Поскольку мощный рефрижератор растворения ПЗМ имеет большую тепловую инерцию /характерная постоянная времени  $1 \div 10$  мин/, как показала практика, достаточно проводить измерения не чаще одного раза в минуту, и можно использовать одноканальную схему измерения с коммутацией термометров. Это существенно упрощает настройку прибора при изготовлении и калибровку в процессе эксплуатации. Высокая чувствительность термометров позволяет ограничить точность измерения сопротивления до  $0,5 \div 1\%$  и использовать для измерения схему линейного омметра /измерение падения напряжения при заданном токе/.

Прибор состоит из двух блоков: измерительного, размещенного непосредственно на криостате, и блока управления, который может быть вынесен на расстояние до 100 метров. Связь между блоками осуществляется по десятипроводному кабелю с общим экраном. Так как в линии связи используются оптронные развязки, блоки могут заземляться независимо друг от друга, что имеет большое значение при подключении к ЭВМ, так как разность потенциалов земли может достигать нескольких десятков вольт<sup>1/2</sup>. Для непре-

Овчин

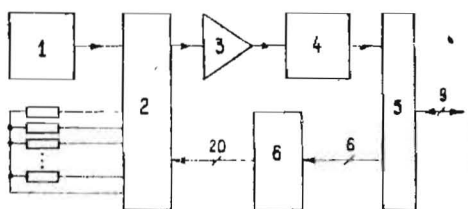


Рис. 1

в трех режимах - ручном, автоматическом и режиме управления от ЭВМ. В ручном режиме номер термометра устанавливается оператором на переключателе в блоке управления. В автоматическом режиме прибор поочередно "опрашивает" шесть термометров, номера которых заданы оператором, записывает их показания на ленту самописца и выводит значение и номер термометра на цифровой дисплей.

### ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ БЛОК

Структурная схема измерительного блока показана на рис. 1. Напряжение с частотой 25 Гц, полученное делением частоты сети на два, с генератора 1 поступает на коммутатор 2, который подключает выбранный термометр и токозадающий резистор нужного поддиапазона в измерительную цепь. Падение напряжения, пропорциональное сопротивлению термометра, подается на измерительный усилитель 3. Сигнал с усилителя поступает на преобразователь напряжения - частота 4. Далее импульсная последовательность через оптронный буфер 5 поступает по кабелю связи в блок управления. Управляющие сигналы из блока управления через буфер 5 подаются на дешифратор 6, а затем на коммутатор 2.

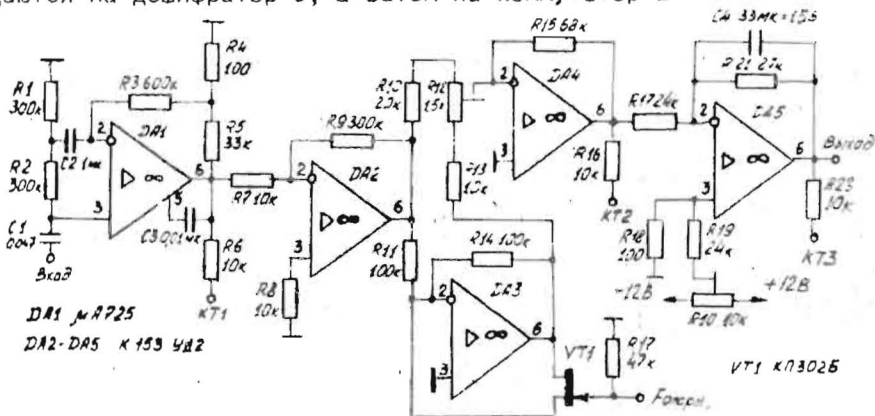


Рис. 2

равной записи показаний термометров используется шеститочечный самописец КСП-4, который подвергается небольшим изменениям/внутренний коммутатор входов в самописце используется для синхронизации переключения термометров. Связь с ЭВМ осуществляется через интерфейсный блок КИ-015 в стандарте КАМАК '3'. Прибор работает

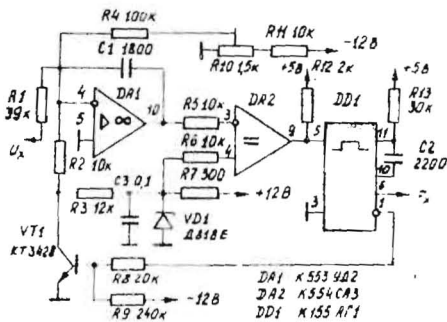


Рис. 3

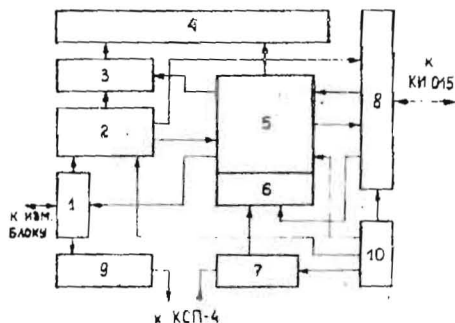


Рис. 4

На рис. 2 приведена принципиальная схема измерительного усилителя. Коэффициент усиления на рабочей частоте 25 Гц равен  $6,6 \cdot 10^4$ , входное сопротивление - около 40 МОм. Для повышения входного сопротивления первого каскада применяется следующая связь /цепочки R1, R2, C2/. Для подавления помех с частотой сети используются селективные свойства синхронного детектора на DA3-DA4. Интегратор на DA5 с постоянной времени  $\tau = 1$  с обеспечивает необходимую полосу пропускания.

В оптронном буфере применены микросхемы К293ЛП1А. Коммутатор собран на герконовых реле РЛ1. Измерительный ток равен соответственно 0,15 мкА, 15 нА, 1,5 нА и 0,15 нА для поддиапазонов 20-200 Ом,  $0,2 \div 2$  кОм;  $2 \div 20$  кОм; 20-200 кОм.

На рис. 3 приведена схема преобразователя напряжение - частота. Коэффициент преобразования равен 2,5 кГц/В, линейность - не хуже 0,1 %.

### БЛОК УПРАВЛЕНИЯ

Блок управления, структурная схема которого приведена на рис 4, выполнен на логических микросхемах серии К155 и обеспечивает вывод информации на цифровой дисплей, переключение поддиапазонов, синхронизацию с самописцем и интерфейсом КАМАК, а также ручное управление прибором.

Весь процесс измерения разбивается на измерительные циклы длительностью 400 мс. В начале каждого цикла процессорный модуль 5 через мультиплексор 6 производит выборку номера /адреса/ термометра или из регистра 7, коммутируемого самописцем, или из интерфейсного узла 8. По этому адресу из внутреннего ОЗУ считывается множитель поддиапазона для данного термометра, и вместе с адресом записывается в выходной буфер 1 для передачи в измерительный блок. Затем в предварительно сброшенном счетчике 2 /4 декады/ происходит измерение частоты /время набора 390 мс/.

## Технические характеристики

1. Количество входов для подключения термометров		- 16
2. Точность измерения	не хуже	- 0,5%
3. Диапазон измерений	основной расширенный*	- 20 Ом ÷ 200 кОм - 5 Ом ÷ 999 кОм
4. Длительность цикла измерения		- 400 мс
5. К-во термометров, измеряемых в автоматическом режиме		- 6
6. Полное время измерения 6 термометров в режиме АВТО		- 24 или 72 с
7. Мощность, подводимая к термометру в поддиапазонах	не более: 20-200 Ом 0,2-2 кОм 2-20 кОм 20-200кОм	- $5 \cdot 10^{-12}$ Вт - $5 \cdot 10^{-13}$ Вт - $5 \cdot 10^{-14}$ Вт - $5 \cdot 10^{-15}$ Вт
8. Измерительный ток в диапазонах	20-200 Ом 0,2-2 кОм 2-20 кОм 20-200кОм	- 150 нА - 15 нА - 1,5 нА - 0,15 нА
9. Рабочая частота		- 25 Гц
10. Схема подключения термометров		- двухпроводная

\* Точность при измерении в диапазоне 200 кОм ÷ 999 кОм - не хуже 5%.

Код из счетчика по окончании выдержки переписывается в буферную память 3 и выводится на дисплей 4. На дисплей также выводятся номер измеряемого термометра и множитель поддиапазона в виде соответствующей десятичной точки.

Если содержимое счетчика превышает 2000 или меньше 180, процессорный модуль производит необходимую коррекцию множителя поддиапазона и записывает новый множитель в ОЗУ. Затем цикл повторяется. Таким образом происходит автоматическая установка поддиапазона измерений. Кроме того, предварительная установка поддиапазона позволяет сократить время измерения одного термометра и уложиться в цикл самописца /4 с/.

При очередной выборке адреса производится его сравнение с предыдущим. Если адреса различаются /т.е. подключается новый термометр/, устанавливается триггер блокировки, и в течение следующих восьми циклов запись в буфер дисплея не производится. Пока идет переходный процесс, на дисплее остаются предыдущие показания.

Для записи на самописец в узле 9 производится обратное преобразование частота - напряжение. Необходимые синхросигналы вырабатываются тактовым генератором 10.

Режимы автоматический и ручной переключаются с передней панели блока; в режим связи с ЭВМ блок переходит из режима АВТО по запросу ЭВМ, при этом номер термометра, количество отсчетов и конец связи определяются ЭВМ. В конце каждого цикла данные со счетчика записываются в интерфейсный блок КИ015. 14 младших разрядов содержат 3,5 цифры в BCD-формате, и в двух старших передается множитель поддиапазона.

При разработке и создании прибора был учтен четырехлетний опыт эксплуатации также разработанного автором аналогичного прибора для ПЗМ установки ПРОЗА<sup>14</sup>.

Описываемый в настоящей работе прибор был использован при запуске и наладке рефрижератора растворения 40-см пол.ризованной мишени для установки "Поляриметр" и в экспериментах по созданию дейтронной поляризованной "замороженной" мишени<sup>15</sup> на базе ПЗМ "ПРОЗА". Успешная эксплуатация подтвердила правильность выбранных решений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лоунасмаа О.В. Принципы и методы получения температур ниже 1К, "Мир", М., 1977.
2. Отт Г. Методы подавления шумов и помех в электронных системах, "Мир", 1979.
3. Антохов В.А. и др. ОИЯИ, 10-11636, Дубна, 1978.
4. Борисов Н.С. и др. ОИЯИ, 1-80-98, Дубна, 1980.
5. Борисов Н.С. и др. КЭТО, т.87, вып.12, с.223<sup>14</sup>, 1984.