

ОРГАНИЗАЦИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ НА СВЕРХПРОВОДЯЩЕМ МОДЕЛЬНОМ СИНХРОТРОНЕ СПИН

Л.Г.Джимов, В.И.Какурина, В.С.Королев, В.Н.Лобанов, А.Н.Парфёнов,
А.В.Пиляр, А.Е.Сеннер, В.А.Смирнов

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

Автоматизированная система предназначена для измерения температуры сверхпроводящего модельного синхротрона СПИН /1/, создаваемого в настоящее время в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

В качестве термодатчиков, измеряющих температуру магнитов и гелия на ускорителе, используются угольные резисторы типа ТВО $\frac{1}{2}$, расположенные равномерно по кольцу ускорителя.

Особенностью этих датчиков является их низкая чувствительность порядка $0,07\text{K}$ при температурах выше азотных (от 70 до 300 K). Это обстоятельство, а также необходимость поддержания скорости охлаждения ускорителя не более 10 K в час при измерении температуры 1 раз в минуту приводят к необходимости измерения величин сопротивления термодатчиков с точностью, не хуже 10^{-5} . Дополнительной трудностью является то, что термодатчики размещены на значительном удалении друг от друга в условиях помех, создаваемых вакуумными насосами и другим силовым оборудованием на ускорителе. Поэтому для измерения была использована многоканальная система измерения аналоговых сигналов с промежуточным частотным преобразователем /3/.

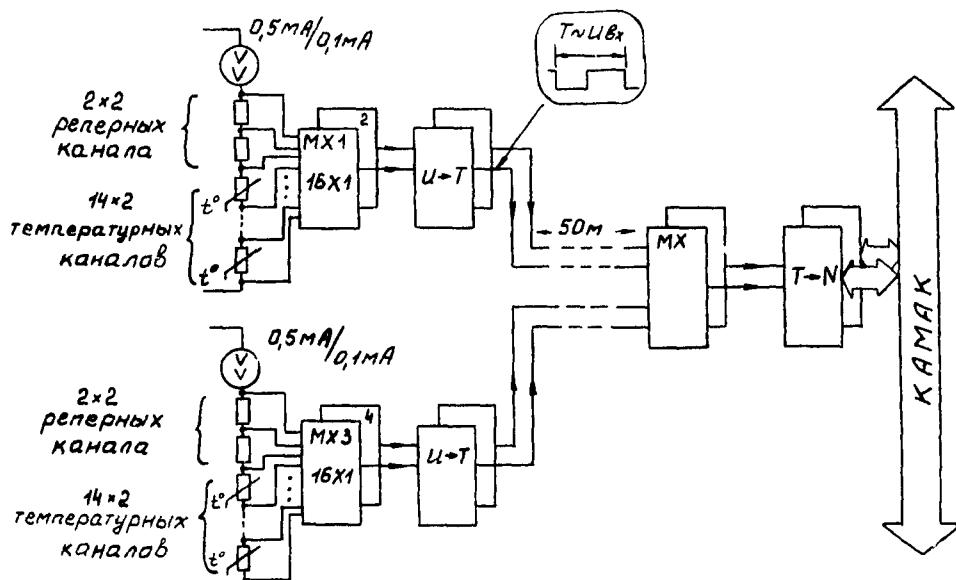


Рис.1. Структурная схема измерительной аппаратуры.

Упрощенная структурная схема измерительной аппаратуры приведена на рис. I. Термодатчики разбиты на 4 группы. В каждой группе они включены последовательно по 4-проводной схеме. Для повышения чувствительности при температурах от комнатной до азотной через датчики задается ток 0,5 мА. При температурах ниже азотной чувствительность датчиков достаточна, и для устранения саморазогрева величина тока задается равной 0,1 мА.

Сигналы с термодатчиков снимаются с помощью четырех 16-канальных релейных мультиплексоров с инструментальными предусилителями на выходе. Эти мультиплексоры установлены как можно ближе к источникам сигналов. Усиленные сигналы по очереди подаются на преобразователи величины напряжения в период следования импульсов. Далее, от этих модулей сигналы в уровнях по длинным линиям поступают в экспериментальный домик, где 2 логических мультиплексора по очереди подключают их к время-цифровым преобразователям, выполненным в стандарте КАМАК. Для получения требуемой точности измерений существует многоуровневая фильтрация сигналов и автоматическая коррекция коэффициента преобразования. 1-й уровень фильтрации - традиционный, аналоговый; 2-й уровень - аппаратная цифровая фильтрация в НШ за счет усреднения результатов измерения по заданному числу периодов; 3-й уровень и 4-й - программные.

Коррекция коэффициента преобразования осуществляется за счет включения в каждую измерительную цепочку прецизионных реперных резисторов, соответствующих началу и концу шкалы. Возможные дрейфы нуля и коэффициента преобразования тракта учитываются программно.

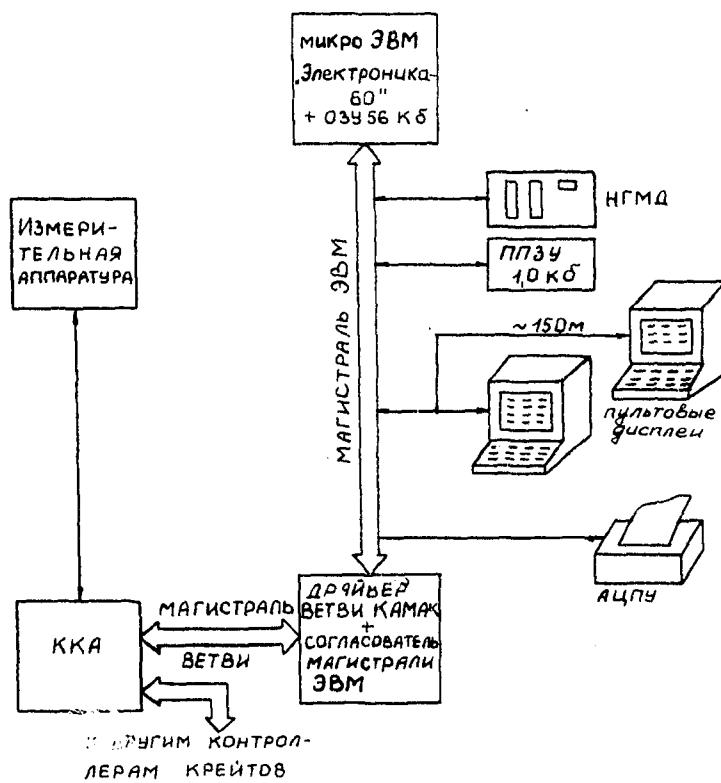


Рис.2. Структурная схема аппаратуры связи с ЭВМ.

Структурная схема аппаратуры связи с ЭВМ приведена на рис.2.

Аппаратура измерения и управления выносными аналоговыми мультиплексорами и генераторами измерительных токов помещена в крейте КАМАК, который через контроллер типа А (МКА) и драйвер ветви /4/ связан с магистралью микроЭВМ "Электроника-60". ЭВМ оснащена ОЗУ емкостью 56К байт и ППЗУ - 1К байт с программами тестов и загрузчиков, накопителем на гибких магнитных дисках, АЦП, а также двумя пультовыми алфавитно-цифровыми дисплеями, один из которых вынесен на расстояние 150 м на криогенную гелиевую установку КГУ - 1600/4,5.

Измерение температуры системы производится циклически. Период измерения задается параметрически и в реальной работе его величина варьировалась в диапазоне 1-10 минут. В отдельном цикле регистрируются данные со всех требуемых термодатчиков. Для повышения точности и достоверности результатов с каждого термодатчика снимается серия (30) последовательных измерений.

Математическое ожидание этих измерений принимается в качестве конкретного показания данного датчика. Дисперсия серии характеризует точность и кратковременную стабильность работы регистрирующего тракта и самого детектора.

Для исключения погрешностей измерений, вызванных случайными ошибками, реализован алгоритм, удаляющий недостоверные измерения серии. Работа алгоритма основана на анализе величины дисперсии. Если эта величина превышает установленный уровень, то измерение, максимально удаленное от среднего в серии, удаляется из рассмотрения. После этого вновь определяется математическое ожидание и дисперсия. Процедура повторяется до тех пор, пока величина дисперсии не будет превышать установленный для нее уровень.

Показание термодатчика, полученное в отсчетах измерителя, переводится в единицы сопротивлений. В качестве функции преобразования принимается линейная функция, индивидуальная для каждого измерительного тракта и получаемая на основании измерения в каждом цикле двух реперных точек.

Показание термодатчика, полученное в единицах сопротивления, с помощью соответствующих функций преобразования, переводится в единицы градусов Кельвина. В качестве функции использовались полиномы 7-й степени. Коэффициенты этих полиномов заданы на основании предварительной градуировки термодатчиков.

В настоящее время в ЭВМ организован циклический буфер для хранения результатов 10 последовательных циклов измерения. Это обеспечивает возможность наблюдения динамики изменения температуры в каждом датчике. Общая тенденция изменения температуры выявляется в результате анализа всей совокупности измерений, хранимых в циклическом буфере. Резкие температурные колебания, которые могут быть вызваны какими-либо неполадками в установке, идентифицируются на основании результатов двух последних серий измерений.

Краткие характеристики системы:

Число измерительных входов - до 56

Точность измерения величины сопротивления терморезисторов - не хуже 10^{-5}

Минимальный период измерения - не более 1 мин, задается параметрически.

Л и т е р а т у р а

1. Шелаев И.А., Аверичев С.А., Аксенов В.Г. и др. ОИЯИ, Р9-83-582, Дубна, 1983.
2. Дашков В.И., Турзо И., Шелаев И.А., Юдин И.П. ОИЯИ, IO-81-200, Дубна, 1981.
3. Королев В.С., Парфенов А.Н., Скроньски Я., Тлачала В. Труды XII международного симпозиума по ядерной электронике. ОИЯИ, Д13-85-93, Дубна 1985.
4. Смирнов В.А., Хоанг Као Зунг. ОИЯИ IO-81-528, Дубна, 1981.