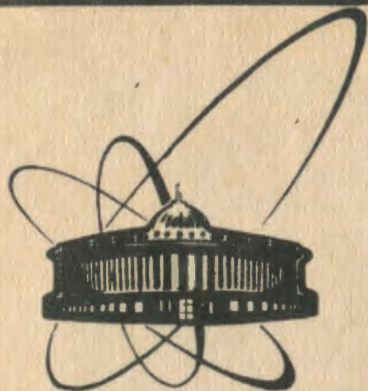


90-165



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

К 174

9-90-165

А. В. Калмыков, М. Н. Борисова

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ
ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ
ЦИКЛОТРОНА (ЭМКЦ)

1990

В данной работе описываются прикладные программы обслуживания системы стабилизации токов^{/1/}. Программа WES определяет вес младшего значащего разряда канала "Задание тока"^{/1/}, при этом учитываются все погрешности, вносимые элементами системы стабилизации тока. Дается описание программы GRAD, предназначенной для определения параметров температурных датчиков, установленных на управляемых источниках питания. Описана подпрограмма ZDT, которая является ядром программ "Задание-измерение тока".

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕСА МЛАДШЕГО ЗНАЧАЩЕГО РАЗРЯДА ЦАП В КАНАЛЕ "ЗАДАНИЕ ТОКА"

Определение значения младшего разряда ЦАП встретило некоторые затруднения из-за наличия погрешностей канала "Задание тока". Суммарная ошибка, возникающая в канале по мере прохождения сигнала^{/2/}, выражается формулой

$$\delta S = \pm 1/2U_{МЗР} + E_{сдв.} \pm k\Delta E_{вх} + f(E_{вх}/c^0), \quad /1/$$

где $\pm 1/2U_{МЗР}$ - ошибка квантования, равная 1/2 значения младшего значащего разряда /МЗР/; $E_{сдв.}$ - напряжение на нагрузке при отсутствии входного сигнала. Это напряжение образуется из $E_{см}$ операционного усилителя и падения напряжения на транзисторах усилителя мощности; $k\Delta E_{вх}$ - погрешность коэффициента передачи канала; $f(E_{вх}/c^0)$ - ошибка из-за влияния температуры на элементы канала. К погрешностям, возникающим в канале, добавляется ошибка численных преобразований в ЭВМ. Для определения веса младшего разряда была написана программа WES, блок-схема которой приводится на рис.1. Предварительно значение веса находилось по формуле

$$W = (U_{макс.} - E_{сдв.})/2^n - 1, \quad /2/$$

где n - разрядность ЦАП, $U_{макс.}$ - максимальное напряжение на нагрузке при задействовании всех разрядов ЦАП.

В качестве исходных данных для программы WES с терминала задаются: номер канала, рабочий ток нагрузки и вес младшего

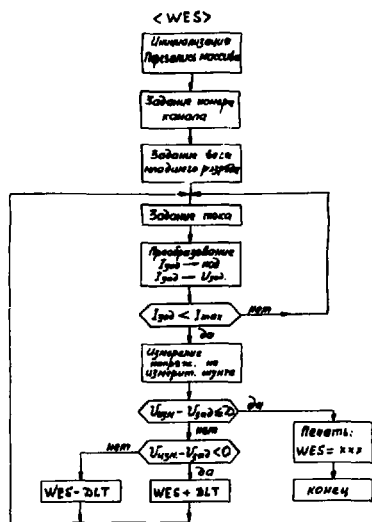


Рис. 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДАТЧИКОВ

В качестве температурного датчика в системе стабилизации источников питания ЭМКЦ был использован (р-п)-переход полупроводника /1/. Конкретно был задействован переход база-эмиттер транзисторов КТ605, КТ904 и диод КД513, включенный в прямом направлении. Температурная чувствительность у этих датчиков составляет $1,5 \pm 0,5$ мВ/град. Характеристика $U_{бэ} = f(T^{\circ}\text{C})$ линейна с точностью до 1°C в большом диапазоне температур $0-70^{\circ}\text{C}$. Недостатком этих датчиков является большой разброс по напряжению. Дополнительный вклад в этот разброс вносят сопротивления ключей мультиплексора, через который датчики подключаются к системе измерения. Поэтому каждый датчик приходится градуировать индивидуально. Блок-схема градуировки приводится на рис.2. Одновременно снимается характеристика $U_{бэ} = f(T^{\circ}\text{C})$ с шестнадцати датчиков, установленных на нагревательном элементе вместе с эталонным датчиком. Через мультиплексор МАС-64 сигнал поступает в блок АМ, где находится измерительный мост и усилитель с коэффициентом усиления $k = 10$. Усиленный сигнал измеряется цифровым вольтметром В7-34А. С вольтмет-

разряда, посчитанный по формуле /2/. По алгоритму минимизации $D \geq |U_{зад} - U_{изм}|$ находится оптимальное значение МЗР для заданного рабочего тока нагрузки. Изменение значения веса происходит с заданным шагом DLT.

В программу WES входят следующие подпрограммы: PRNT, CLM, PRVV, NAI, VVS, PZTK, ZDTW, B734A, M64, PRTA, PKK, ERX, ERWR, FKAM, PRD, PRDD, написанные на языке ассемблер. Они занимают 7,5 кбайт памяти ЭВМ "Электроника-60".

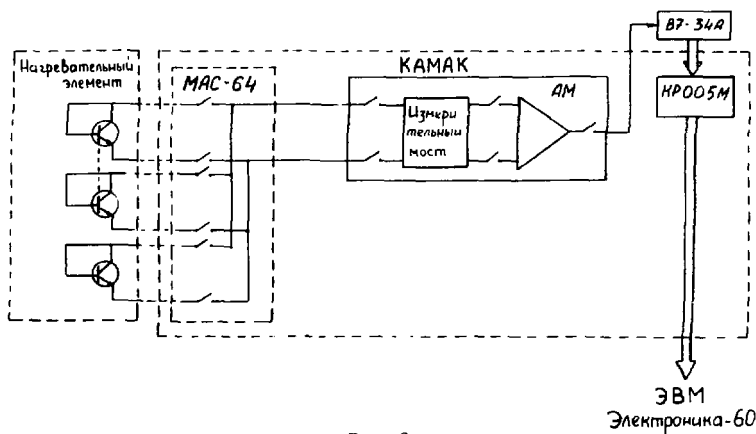


Рис. 2

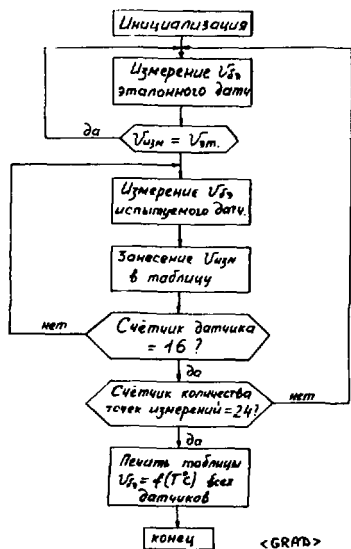


Рис. 3

ра преобразованный сигнал поступает в ЭВМ "Электроника-60" для дальнейшей обработки.

Предварительно был отградуирован эталонный датчик в диапазоне температур $124 \pm 70^\circ\text{C}$ с точностью $\pm 0,2^\circ\text{C}$. Шаг измерения 2°C . Программа GRAD предназначена для снятия зависимости $U_{бэ} = f(T^\circ\text{C})$ температурных датчиков. Блок-схема программы приведена на рис. 3.

Работа программы начинается с непрерывного измерения напряжения на эталонном датчике, до тех пор пока оно не достигнет величины, соответствующей температуре первой точки измерения. В данном случае 24°C . После этого сразу же осуществляется измерение напряжения на всех 16 исследуемых датчиках. Затем программа возвращается опять на поиск следующей точки измерения. Температурная характеристика

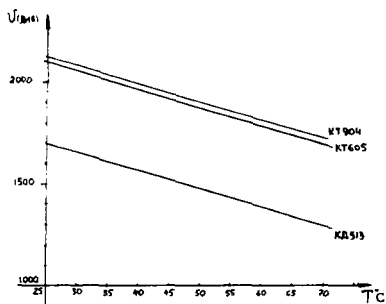


Рис. 4

датчиков снимается в 24 точках в диапазоне /24:70/°С, с шагом 2°С. В результате получена таблица для каждого датчика. На рис.4 приводятся графики, построенные по этим таблицам, для каждого типа датчиков. Полученные характеристики линейны во всем диапазоне рабочих температур /24÷70/°С с точностью до 1°С. Таким образом, было отградуировано 48 температурных датчиков.

Программа GRAD содержит подпрограммы: В734, PRТА, PRD, PRDD, М64, CLM, PTTD, ITM, PRNT, QF, FRX, ERWR, NOMK, FKAM, написанные на языке ассемблер, и занимает 9 кбайт памяти.

ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ ZDT

Прохождение информационных потоков в системе стабилизации приводится на рис.5. Ток $I_{зад}$ преобразуется в напряжение $U_{зад} = I_{зад} \cdot R_i$, далее в код для управления источниками питания, нагрузкой которых являются обмотки магнитной системы ЭМКЦ. С измерительных шунтов, установленных в цепи катушек, подается напряжение в цифровой вольтметр В7-34А. Здесь происходит преобразование напряжения в двоично-десятичный код с точностью 10^{-5} . Код через мультиплексор МАС-64 поступает в ЭВМ "Электроника-60", где происходит последующая обработка информации.

Ядром программ, обрабатывающих эту информацию, является подпрограмма ZDT, блок-схема которой приводится на рис.6.

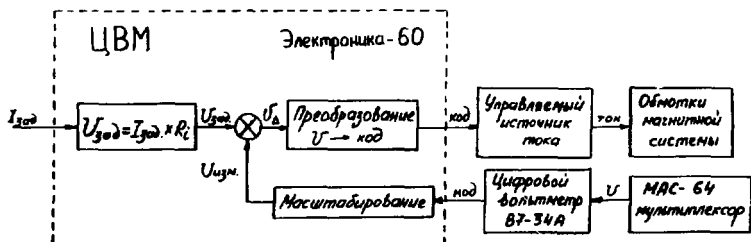
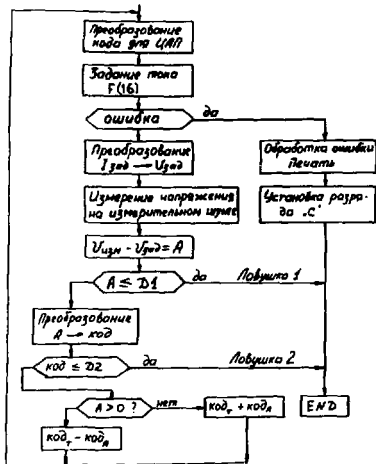


Рис. 5



<ZDT>

Рис. 6

По команде F (16) задается ток в обмотке. Здесь же происходит анализ ошибки, которая может возникнуть при передаче информации из ЭВМ в КАМАК. Измерение напряжения с шунта и предварительная обработка данных осуществляется подпрограммами: M64, B734A, PRD, PRDD. Результат измерения сравнивается с рассчитанным $U_{зад}$. Если $A = |U_{изм.} - U_{зад.}| \leq D1$, то осуществляется переход к заданию тока в следующей обмотке магнитной системы. Если A вышла из заданного диапазона D1, то подпрограмма PZTK преобразует A в код, который, в свою очередь, проверяется на попадание в диапазон кодов D2. Если КОД_A не окажется в диапазоне

D2, то анализируется знак A. При $A > 0$ КОД_T - КОД_A, при $A < 0$ КОД_T + КОД_A, после чего управление передается на начало программы. Процесс задания и измерения тока повторяется, но уже с измененными входными данными. Таким образом, осуществляется за несколько итераций минимизация алгоритма $A = |U_{изм.} - U_{зад.}| \leq D$.

Подпрограмма ZDT написана на языке ассемблер.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глазов А.А. и др. - В сб.: Труды X Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. ОИЯИ, Д9-87-105, Дубна, 1987, т.1, с.103.
2. Гарет П. - Аналоговые устройства для микропроцессоров и мини-ЭВМ. М.: Мир, 1981.
3. Фогельсон И.Б. - Транзисторные термодатчики. М.: Советское радио, 1972.

Рукопись поступила в издательский отдел
6 марта 1990 года.