

Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР

Горьковский ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский радиофизический институт

Препринт № I46

ПАКЕТ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ АНТЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Н. В. Векслер
А. В. Калинин
В. С. Коротков
Н. А. Кузнецова

Горький 1981

А Н Н О Т А Ц И Я

Предлагается пакет программ для проведения антенных измерений с использованием специализированного управляющего устройства "Электроника ДЗ-28". Пакет программ позволяет реализовать корреляционный, радиометрический и амплифазометрический методы измерения параметров антенн.

Введение

Предлагаемый пакет программ для ЭКВМ "электроника ДЗ-28" предназначен для проведения измерений характеристик излучения антенн. Путем изменения некоторых параметров и последовательности функционирования подпрограмм, входящих в состав пакета, имеется возможность, непосредственно, в ходе эксперимента, составлять программы, реализующие корреляционный [1-3], радиометрический [3,4] и амплифазометрический [5-9] методы измерения характеристик антенн. Корреляционный метод в известной форме [1-3] представляет собой, по существу, метод измерения параметров антенн, входящих в состав интерферометра; при этом сопровождение радиоисточника интерференционным лепестком осуществляется электромеханическим способом, либо путем введения фазовой поправки для каждого замера, вычисляющейся на заданный момент времени для пространственных координат радиоисточника. В рассматриваемой модификации корреляционного метода компенсация фазового хода источника производится по результатам калибровки по радиоисточнику в начале и в конце интервала измерений, при этом фазовые поправ-

ки вводятся только для отфильтрованных значений, полученных в результате суммирования исходных значений с определенными амплитудными коэффициентами. Предлагаемая методика обработки интерференционных данных упрощает, а следовательно, ускоряет обработку на ЭВМ.

При измерениях характеристик антенн по амплифазометрическому методу с помощью предлагаемого пакета программ производится частичная, первоначальная обработка экспериментальных данных и их вывод на перфоленту. Радиометрический метод измерений диаграмм направленности антенн по излучению внеземных радиоисточников можно рассматривать как частный случай корреляционного метода при условии, что фаза между каналами корреляционного приемника неизменна. С помощью данного пакета программ осуществляется управление и калибровка корреляционного приемника, считывание показаний цифровых вольтметров, полная обработка данных при корреляционном и радиометрическом методе измерений, вывод данных в цифровом виде на ПМ "Консул 260" на перфоратор ПЛ-150 и два самописца типа КСП-4. На самописцы выводятся в графической форме обработанная диаграмма направленности по фазе и амплитуде (в логарифмическом виде).

1. ОСНОВНЫЕ СООТНОШЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В ЭКВМ

1. В целях повышения отношения сигнал/шум, а также для получения значений диаграммы направленности в произвольных интересующих точках с дискретным равномерным шагом независимо от суточного перемещения радиоисточника измеренное сечение диаграммы направленности подвергалось обработке фильтрующей функцией вида

$$F(x) = \begin{cases} 1 - 0,1649x^2 + 0,00645x^4, & |x| < \pi \\ -0,21723 + 0,11772(|x| - 4,5)^2, & |x| \geq \pi \end{cases} \quad (1)$$

При этом для получения значений выходных сигналов приемника в точке диаграммы направленности с координатой H суммировались с весом $F[(H - H(N)) \cdot 2\pi/\Omega]$ измеренные значения сигналов с координатами $H(N)$, входящими в область $|H(N) - H| \leq \Omega$, где Ω - задаваемый характерный масштаб функции $F(x)$.

2. Плавные изменения амплитуды и фазы сигнала определялись с помощью двух калибровок по Солнцу - до начала и после окончания измерений. После этого измеренные в момент времени T значения амплитуды и фазы корректировались по формулам

$$A_k = A_{HH} / \left[A_H + \frac{A_k - A_H}{T_k - T_H} (T - T_H) \right], \quad (2)$$

$$\Phi_k = \Phi - \left[\Phi_H + \frac{\Phi_k - \Phi_H + 2\pi L}{T_k - T_H} (T - T_H) \right],$$

где A_H, Φ_H - калибровочные значения амплитуды и фазы сигнала в момент времени T_H , A_k, Φ_k - калибровочные значения амплитуды и фазы сигнала в момент времени T_k , A_{HH} - самое начальное зна-

чение амплитуды, L - число пересечений прямой изменения фазы границ интервала $[0, 2\pi]$ за время измерений.

3. Показания выходных приборов синусного и косинусного каналов корректировались по формулам

$$C_k = C - O_c, \quad (3)$$

$$S_k = [\alpha(S - O_s) - C_k \sin \Delta\varphi] / \cos \Delta\varphi$$

где O_c, O_s - постоянные составляющие сигналов косинусного и синусного каналов, α - отношение коэффициентов усиления каналов, $\Delta\varphi$ - неортогональность каналов.

4. Во время измерений сечения диаграммы направленности счет координат источника проводился по приближенной формуле с использованием таблицы значений высот Солнца в нескольких фиксированных моментах времени. При этом высота Солнца в момент времени T определялась по формуле

$$HS = h^{(0)} + q \left(h^{(1)} - h^{(0)} + \frac{q^2 - q}{2} (h^{(2)} - 2h^{(1)} - h^{(0)}) \right), \quad (4)$$

где $h^{(0)}, h^{(1)}$ и $h^{(2)}$ - значения высоты из таблицы, соответствующие моментам времени $t^{(0)}, t^{(1)}$ и $t^{(2)}$, которые связаны соотношениями

$$t^{(2)} = t^{(1)} + \Delta t = t^{(0)} + 2\Delta t \text{ и } t^{(0)} \leq T < t^{(1)} < t^{(2)}, \quad q = \frac{T - t^{(0)}}{\Delta t}.$$

Вычисление таблицы значений высот Солнца для фиксированных моментов времени производилось перед измерениями сечений диаграммы направленности по формуле [II].

$$HS = \arcsin(\sin \delta \sin \varphi + \cos \delta \cos \varphi \cos t),$$

$$t(\text{сек}) = E_0 + \lambda + T - 97200 + \frac{1}{86400} (T - 10800)(E_{+1} - E_0), \quad (5)$$

$$\delta(\text{сек}) = \delta_0 + \frac{T - 10800}{86400} (\delta_{+1} - \delta_0),$$

где φ - географическая широта, λ - долгота местности, E_0 и E_{+1} - уравнение времени для текущей и следующей календарной даты, δ_0 и δ_{+1} - склонение для текущей и следующей календарной даты.

2. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭКВМ С ПЕРИФЕРИЙНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ (ПУ)

В процессе измерений ЭКВМ "Электроника ДЗ-28" осуществляет через устройства согласования следующие операции взаимодействия с ПУ:

- ввод информации о показаниях синхронметра типа Ч7-15 и двух электронно-цифровых вольтметров (ЭЦВ) типа Ф210 - I/I,
- вывод информации на перфоратор ПЛ-150, на регистр управления релейными переключателями (УРП) и на два цифро-аналоговых преобразователя (ЦАП), выходные сигналы которых регистрируются на самописцы,
- прием и обработка сигналов прерывания Пр1 и Пр2.

Ввод информации производится по команде В6 при УПР = $b_2 03$ (значение b_2 безразлично). При этом стандартно Р10 = 0, Р12 = 16_{10} , т.е. принимаются 16 байт в РгП 000 и 001. В РгП 000 заносятся показания ЭЦВ в виде числа

$$\pm 0,4M_1 M_2 M_3 C N_1 N_2 N_3,$$

где $C, M_{1,2,3}, N_{1,2,3}$ - десятичные цифры, причем C равно нулю или единице в зависимости от знака показаний вольтметра синусного канала ($C = 0$ при знаке "+" и $C = 1$ при знаке "-"), M_1, M_2, M_3 - соответственно сотни, десятки и единицы милливольт показаний ЭЦВ косинусного канала, N_1, N_2, N_3 - соответственно сотни, десятки и единицы милливольт показаний ЭЦВ синусного канала, знак числа соответствует знаку показаний ЭЦВ косинусного канала.

В РгП 001 заносится код показаний синхронметра в виде

числа

$$0, \overset{\prime}{C}_1 \overset{\prime}{C}_2 M_1 M_2 M_3 C_1 C_2 C_3,$$

где $\overset{\prime}{C}_1, \overset{\prime}{C}_2, M_{1,2}, C_{1,2,3}$ - десятичные цифры ($\overset{\prime}{C}_1$ - десятки часов плюс четыре, $\overset{\prime}{C}_2$ - единицы часов, $M_{1,2}$ - десятки и единицы минут, $C_{1,2,3}$ - десятки, единицы и десятые доли секунды).

Ввод информации в ЭКВМ производится только при наличии сигналов готовности обоих ЭЦВ.

Запуск вольтметров осуществляется либо от сигналов прерывания с антенны ПрI (при измерении сечения диаграммы направленности), либо от синхронметра с интервалом две секунды (при калибровках).

Вывод информации на регистр УРП и на цифро-аналоговые преобразователи осуществляется по команде Выв при УПР = $6_2 03$ (6_2 - безразлично). При этом $PI0 = 0$, $PI2 = I6_{10}$ и выводятся только четыре младших разряда каждого байта, т.е. содержимое РгП 00I. Перед выводом в РгП 00I формируется число в виде

$$0, I00A_1 A_2 A_3 \Phi_1 \Phi_2 \Phi_3 K_1 K_2 \pm 00,$$

где $A_{1,2,3}, \Phi_{1,2,3}, K_{1,2}$ - десятичные цифры.

Число $A_1 A_2 A_3$ пропорционально значению уровня диаграммы направленности в децибеллах и выводится на первый ЦАП. Величина $\Phi_1 \Phi_2 \Phi_3$ соответствует значению фазы и "попадает" при выводе на второй ЦАП. Цифры K_1 и K_2 выводятся на регистр УРП, где осуществляют управление задержками. Значения $K_1 = 6, K_2 = 0$ соответствуют введению задержки " $+\pi/2$ ", при $K_1 = 0, K_2 = 6$ вводится задержка " $-\pi/2$ ", при $K_1 = 0, K_2 = 0$ происходит вывод задержек из приемных каналов. Знак порядка также выводится на регистр УРП и производит включение или выключение мотора самописца (знак "-" соответствует включению, знак "+" - выключению).

Вывод на перфоратор производится по команде Выв КБ при УПР = 6_2 03. Информация выводится порциями по 16 байт с контрольным семнадцатым (т.е. $PI2 = I6_{10}$). При этом регистр P10 является рабочим, в нем содержится переменный адрес начальной ЯП, из которой производится вывод.

Сигнал прерывания Pr1 вырабатывается в согласующем устройстве по приходу импульса от датчика, расположенного на поворотном устройстве антенны. Сигнал прерывания Pr2 устанавливается на входе ЭКВМ с помощью синхронметра в момент начала каждой четной секунды. Сброс обоих сигналов прерывания осуществляется сигналом СИП при выполнении команд выбора ПУ и ввода-вывода.

Кроме названных приборов ЭКВМ взаимодействует с пишущей машинкой (ПМ) "Консул-260". Взаимодействие производится в соответствии с техническим описанием ДЗ-28.

3. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ ПРОГРАММ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПАМЯТИ ЭКВМ

Программы работают с БАД = 3072. Область используемых PгП определяется числом и размером измеряемых строк диаграммы направленности и может быть разбита на три участка.

Первый участок составляют регистры памяти PгП 0-120. В нем PгП 2 - 9, 58-64 используются для хранения числовых констант; PгП 10-38 содержат параметры, заносимые с пульта и вычисляемые отдельными подпрограммами; PгП 39-57, 66-79 являются рабочими; PгП 80-99 предназначены для записи калибровочных значений; PгП 100-119 могут быть использованы для записи таблицы координат Солнца.

Второй участок начинается с PгП 120 и предназначен для записи измеряемого сечения диаграммы направленности. На каждый за -

мер отводится по два PгП. Общее число замеров должно быть задано в PгП I4.

За вторым участком начинается область для записи обработанных строк. Одна обработанная точка занимает четыре ячейки памяти, количество точек в строке заносится с пульта в PгП I0. Общее число одновременно хранящихся обработанных строк ограничено объемом памяти ЭКВМ. Из регистров общего назначения P_1 , P_2 , P8 используются как рабочие, P10, P12 - для хранения констант. P10 является рабочим в программе вывода на перфоратор.

Пакет программ состоит из пяти основных программ, соответствующих отдельным стадиям эксперимента, и двадцати девяти вспомогательных подпрограмм.

Программа 0001 выполняет прием в память ЭКВМ первой измеряемой строки. Для этого устанавливается в ноль счетчик обработанных строк, значение амплитуды сигнала в последнюю калибровку принимается за самое начальное и прорабатывается подпрограмма 0206. Подпрограмма 0206 определяет начальную высоту, направление вращения антенны и количество замеров необходимых для измерения требуемого сектора диаграммы направленности. Выполнив подпрограмму 0206 ЭКВМ останавливается, индицируя в PгУ значение начальной высоты антенны, в PгX - шаг по высоте антенны между прерываниями. После установки антенны в исходное состояние и подачи с пульта команды "Пуск" программой разрешается прием сигналов прерывания с антенны (Pr I). По сигналу PrI подпрограмма 03I4 записывает в память значения выходных сигналов, время замера и координату в диаграмме направленности данной точки. После выполнения необходимого числа замеров запрещается прием прерываний и работа программы заканчивается.

Программа 0002 производит обработку записанного в памяти сечения диаграммы направленности и одновременный прием нового сечения. До обработки сечения выполняется подпрограмма 0107, восстанавливающая фазовый ход за время измерений, и с помощью подпрограмм 0100, 0204 и 0102 измеренные значения сигналов корректируются по формулам (3).

Дальнейшая обработка происходит в зависимости от выбранной методики либо подпрограммой 0201 с применением фильтрации в соответствии с п. I разд. I, либо подпрограммой 0203, которая выбирает среди измеренных точек ближайшую к заданной координате. Получаемые значения амплитуды и фазы сигнала корректируются подпрограммой 0205 по формулам (2) и записываются в ячейки памяти. После обработки первой точки выполняется подпрограмма 0206 и на индикацию выводится начальная высота антенны и направление вращения. Антенна устанавливается в исходное состояние и с пульта подается команда "Пуск". Программой разрешается прием прерываний с антенны (Пр1) и с синхронметра (Пр2). Дальнейшая обработка происходит одновременно с выводом по сигналам Пр2 результатов на самописцы и приемом по сигналам Пр1 новой строки. Вывод на самописцы осуществляется подпрограммой 0315. При этом проверяется соответствие выводимой и обработанной точки и в случае, если вывод опережает обработку, ЭКВМ останавливается, индицируя число "315" в РгХ, а после нажатия клавиши "S" вывод не производится. В подпрограмме 0315 предусмотрена возможность изменения периода вывода с шагом, равным периоду следования сигналов Пр2. В программе осуществляется также проверка на опережение обработкой предыдущего сечения приема новой строки. Если прием происходит слишком быстро, то ЭКВМ останавливается, индицируя в РгХ число "ПН". В этом случае необхо-

димо повторить измерение предыдущей строки, уменьшив скорость вращения антенны.

После завершения обработки, вывода на самописцы полученных значений и измерения нового сечения, запрещается прием сигналов прерывания. Параметры и результаты измерений выводятся на печать подпрограммами 0II2 и 0II3.

Программа 0003 определяет значения постоянных составляющих сигналов, отношение коэффициентов усиления и неортогональность приемных каналов. Перед замером постоянных составляющих ЭКВМ останавливается, индицируя число "П" в PГУ и PГХ. После подключения ко входам приемника согласованных нагрузок и нажатия клавиши "S" измеряются средние значения выходных сигналов и принимаются за постоянные составляющие. Затем на регистр УРП выводится код задержки " $\pi/2$ " и ЭКВМ останавливается, индицируя число "П" в PГУ и "2" в PГХ. После подключения ко входам сигнала от генератора шума и подачи с пульта команды "Пуск" измеряются значения выходных сигналов $C^{(1)}$ и $S^{(1)}$, на регистр УРП выводится код задержки "0" и ЭКВМ останавливается, индицируя "0" в PГХ и PГУ. После нажатия клавиши "S" измеряются значения выходных сигналов $C^{(2)}$ и $S^{(2)}$ и вычисляются результаты по формулам

$$\begin{aligned} \text{ALFA} &= \text{SQRT}[(C1**2 + C2**2)/(S1**2 + S2**2)] , \\ \text{COSD}\Phi &= \text{ALFA} * (C1 * S2 - C2 * S1) / (C1**2 + C2**2) , \\ \text{SIND}\Phi &= \text{ALFA} * (C1 * S1 + C2 * S2) / (C1**2 + C2**2) . \end{aligned} \quad (6)$$

Вычисление средних значений сигналов производится подпрограммой 0II5, которая NS раз измеряет показания ЭЦВ с паузами, равными двум машинным паузам, и вычисляет среднее значений и дис-

I2

персию сигнала.

Программа 0004 производит калибровку по сигналу от Солнца. При этом результаты проводимой калибровки принимаются за конечные, а в начальные параметры пересылаются величины, полученные в предыдущую калибровку по Солнцу. Программа производит NS замеров показаний ЭЦВ и синхронметра с паузами, равными двум машинным паузам. Значения амплитуды сигнала суммируются для вычисления среднего, а фаза и время замера запоминаются. После выполнения необходимого числа замеров вычисляется среднее значение амплитуды сигнала и определяются параметры прямой, аппроксимирующей изменение фазы за время калибровки. Для этого полученные значения фазы проверяются на наличие скачков $0-2\pi$ и, если такие есть, фазовый ход сигнала "выпрямляется" по алгоритму, приведенному в п.4.2, после чего подпрограмма 0200 определяет методом наименьших квадратов параметры прямой $\Phi = A * T + B$ и результаты калибровки вычисляются по формулам

$$TK = (T(1) + T(NS)) / 2, \quad (7)$$
$$\Phi K = A * TK + B, \quad TGVK = A.$$

По программе 0005 производится вывод на перфоратор обработанных строк с пробивкой в конце массива признака конца $\begin{matrix} I5I5 \\ I5I5 \end{matrix}$. Вывод без признака конца или повторный вывод может быть выполнен с использованием метки 0006.

Кроме названных подпрограмм, реализация отдельных фрагментов обработки и измерений осуществляется следующими подпрограммами:

- подпрограмма 0100 преобразует код показаний ЭЦВ в значения сигналов синусного и косинусного каналов,
- подпрограмма 0101 разделяет записанные в один регистр значения высоты и времени,

- подпрограмма 0102 преобразует значения сигналов в косинусном и синусном каналах в код показаний вольтметров,
- подпрограмма 0103 упаковывает в один регистр значения высоты и времени,
- подпрограмма 0104 вычисляет координату Солнца в момент времени T по формуле (4),
- подпрограмма 0105 преобразует код показаний синхронметра во временные секунды,
- подпрограмма 0106 вычисляет значение функции $F(x)$ по формуле (1),
- подпрограмма 0107 определяет сколько раз прямая, аппроксимирующая фазовый ход между двумя калибровками пересекает границы интервала $[0, 2\pi]$,
- подпрограмма 0108 приводит значение фазы в интервал $[0, 2\pi]$,
- подпрограмма 0110 осуществляет возврат каретки ПМ,
- подпрограмма 0111 производит печать символа ПМ,
- подпрограмма 0112 выводит на печать параметры измерений и результаты калибровок,
- подпрограмма 0113 распечатывает значения амплитуды и фазы обработанной строки,
- подпрограмма 0114 производит запись в память признака начала строки и значений параметров,
- подпрограмма 0202 является вспомогательной для программы фильтрации 0201,
- подпрограмма 0207 вычисляет по формулам (5) и записывает в РгП таблицу значений солнечных высот в моменты времени $T = T_N + K * DT$, $K = 0, 1 \dots NS$,
- подпрограмма 0208 осуществляет перевод часовой меры во вре-

менные секунды,

- подпрограмма 0209 выполняет перевод временных секунд в радианы,

- подпрограмма 0210 выполняет загрузку числовой информации с МЛ,

- подпрограмма 0211 восстанавливает стандартное состояние БД, PI0, PI2.

Примечание: При написании программ использовался разработанный ранее пакет программ [10]. Подпрограммы 0208 и 0210 соответствуют подпрограммам 0002 и 0115 из [10] с другими рабочими Pг, подпрограммы 0110, 0111, 0209 идентичны подпрограммам 0005, 0113 и 0000 из [10].

4. АЛГОРИТМЫ НЕКОТОРЫХ ПОДПРОГРАММ НА ЯЗЫКЕ ФОРТРАН

4.1. Подпрограмма 0107

```
SUBROUTINE LP (ФN, ФK, AN, AK, TN, TK, TGN, TГK, L)
TGS = (TGN + TГK) / 2
N = 0
IF (TGS.LT.0) GOTO 2
1 DELTA = ABS(ФN + TGS*(TK - TN) - N*6.28)
  IF (DELTA.LT.6.28) GOTO 3
  N = N+1
  GOTO 1
2 DELTA = ABS(ФN - 6.28 + TGS*(TK - TN) - N*6.28)
  IF (DELTA.LT.6.28) GOTO 3
  N = N-1
  GOTO 2
3 L = N
  ФP = ФN + TGS*(TK - TN)
4 IF (ФP.LT.6.28) GOTO 5
  ФP = ФP - 6.28
  GOTO 4
5 IF (ФP.GE.0) GOTO 6
  ФP = ФP + 6.28
  GOTO 5
6 DФ = ABS(ФK - ФP)
  IF (DФ.LT.3.14) GOTO 8
  IF (ФK - ФP.GT.0) GOTO 7
```

```

L = L + I
GOTO 8
7 L = L - I
8 CONTINUE
RETURN
END

```

4.2. Участок программы 0004

```

SUBROUTINE KLBR (Φ, NK)
DIMENSION Φ(NK)
DO I N = I, NK
NI = N + I
IF(ABS(Φ(NI) - Φ(N)).LT.3.I4) GOTO I
DO 2 I = I, N
IF(Φ(NK) - Φ(N).GT.ϕ) GOTO 3
Φ(I) = Φ(I) - 6.28
GOTO 2
3 Φ(I) = Φ(I) + 6.28
2 CONTINUE
I CONTINUE
RETURN
END

```

4.3. Подпрограмма 0201

```

SUBROUTINE FILTER(S, C, H, T, I2, OMEGA, HI, DH, SI, CI, TI, NN, IA, CONST,
PE, F(X))
DIMENSION S(I2), C(I2), H(I2), T(I2)
HI = HI+DH
SI = ϕ
CI = ϕ
K = NN
I IF(ABS(HI-H(K)).LE.OMEGA) GOTO 2
K = K+I
GOTO I
2 NN = K
3 IF(K.GT.IA) GOTO 4
PRINT IO, PE
I) FORMAT (A6)
STOP
4 IF(ABS(HI-H(K)).GT.OMEGA) GOTO 5
FK = F((HI-H(K))*6.28/OMEGA)
SI=SI+S(K)*FK
CI=CI+C(K)*FK
K=K+I
GOTO 3
5 SI=SI/CONST
CI=CI/CONST
6 KI=K-I
IF(ABS(HI-H(K)).LT.ABS(H(K)-H(KI))) GOTO 7

```

```

K=K-I
GOTO 6
7 TI=T(KI)+(T(K)-T(KI)) * (HI-H(KI))/(H(K)-H(KI))
RETURN
END

```

4.4. Подпрограмма 0203

```

SUBROUTINE STROKA (H,T,C,S,I2,HI,DH,IA,NN,TI,SI,CI,PE)
DIMENSION H(I2),T(I2),J(I2),S(I2)
HI=HI+DH
K=NN
1 KI=K+I
IF(ABS(H(K)-HI).LT.ABS(H(KI)-HI) GOTO 2
K=K+I
GOTO 1
2 TI=T(K)
CI=C(K)
SI=S(K)
NN=K
IF(IA.LT.NN) GOTO 3
PRINT IO, PE
IO FORMAT (A6)
STOP
3 CONTINUE
RETURN
END

```

5. СОДЕРЖАНИЕ РЕГИСТРОВ ПАМЯТИ

000,001 - рабочие при вводе-выводе
002 - CONST
003 - OMEGA [мин]
004 - адрес начала обработки
005 - адрес начала таблицы координат
006 - адрес начала калибровочных значений
007 - NS
008 - код задержки "+ ПИ/2"
009 -
010 - IK
011 - H0 [мин]
012 - DH [мин]
013 - I2 - количество точек, из которых производится фильтра-
ция
014 - I2 - количество замеров по прерыванию с антенны
015 - HAO [мин]
016 - DHA [мин]
017 - T0 [сек]
018 - DT [сек]
019 - азимут сечения
020 - ANN
021 - M
022 - AЯп начало записи обрабатываемой строки

023 - L
 024 - SIND Φ
 025 - COSD Φ
 026 - ALFA
 027 - OC
 028 - OS
 029 - SIGMAC
 030 - SIGMAS
 031 - AN
 032 - AK
 033 - N
 034 - K
 035 - TN [сек]
 036 - TK [сек]
 037 - TGN
 038 - TGK
 039, 040 - (P γ X), (P γ Y) по СП1
 041, 042 - (P γ X), (P γ Y) по СП2
 043 - I - счетчик отфильтрованных точек
 044 - IS (счетчик точек, выведенных на самописец)
 045 - IA (счетчик прерываний СП1)
 046 - S счетчик в п/п 0315
 047 - текущий адрес записи по СП1
 048 - текущий адрес считывания при обработке и калибровках
 049 - (P γ П001) по СП1
 050 - N
 051 - SI; S_{ср}
 052 - CI; C_{ср}
 053 -
 054 -
 055 - NI
 056 - NM
 057 - TI
 058 - долгота места (0, ЧМС)
 059 - широта места (0, ЧМС)
 060 - число значений в таблице координат
 061 - уравнение времени для текущей календарной даты (0, ЧМС)
 062 - уравнение времени для следующей календарной даты
 (0,4 МС)
 063 - склонение для текущей календарной даты (0, ЧМС)
 064 - склонение для следующей календарной даты (0, ЧМС)
 065 -
 066 - H(N-1)
 067 - T(N)
 068 - H(N)
 069 - T(N-1)
 070, 072-076 - рабочие в п/п 0314
 071 - рабочий в п/п 0315
 077-079 - рабочие в программе обработки
 080-099 - рабочие в программе калибровок
 100-119 - таблица солнечных координат

6. ТЕКСТЫ ПРОГРАММ

Программа 0001 - прием первой строки

Программа осуществляет следующие действия:

1. устанавливает $I2 = 0$, $M = 0$, $ANN = AK$,

2. прорабатывает п/п 0206 и останавливается, индицируя в РгУ- начальную высоту антенны, в РгХ - шаг по высоте антенны между прерываниями,

3. после нажатия клавиши "Пуск" сбрасывает СП, устанавливает $MPr = I$ и ждет прихода требуемого числа прерываний.

Перед вводом в программу должно быть задано

в РгП32 - АК,
в РгП3 - OMEGA
в РгП10 - ИК
в РгП11 - НО
в РгП12 - ДН

Использует подпрограмму 0206 (0104, 0105).

Рабочие регистры: РгП 72 - 76 (п/п 0206)

0408	0206
0001	0515
0700	0409
0404	0001
0405	I300
0404	0001
0201	0413
0405	0700
0302	0514
0404	I402
0200	0002

Программа 0002 - обработка строки

Программа выполняет действия в следующей последовательности

1. прорабатываются п/п 0107 и 0114,

2. устанавливаются

$IS = (РгП44) : = 0$
 $IA = (РгП45) : = 0$
 $K = (РгП50) : = 0$

$$S = (\text{РгП46}) := 0$$

$$\text{РгП48} := (\text{РгП4}),$$

3. для регистров памяти с адресами АДР = (РгП4) + 2 * К, К = 0, 1, ... НК производится чтение, проработка п/п 0100, 0204, 0102 и запись по прежнему адресу,

4. для значений Н(І) = Н0 = І * ДН, І = 0, 1, ... ІК выполняются действия

- прорабатывается п/п 0201 (или 0203), полученные S(І), С(І) переводится в А(І), Ф(І),

- прорабатываются п/п 0205 и 0108 (для Ф(І)),

- вычисляются величины

$$\text{АЯІ} = \text{ЦЧХ} (10 * 20 * \text{LOG}(A(I)/ANN))$$

$$\text{ФЯІ} = \text{ЦЧХ} (1000 * \Phi(I))$$

и записываются в ячейки памяти с адресами

$$\text{АЯп} = \text{БАД} + (\text{РгП22}) + 4 * I \text{ и}$$

$$\text{АЯп} = \text{БАД} + (\text{РгП22}) + 4 * I + 2,$$

5. при І = 1 после записи в память прорабатывается п/п 0206 и работа ЭВМ останавливается, после нажатия клавиши "Пуск" происходит сброс СП и устанавливается МПр = 3,

6. при І = ІК устанавливается М = М + 1 и проверяется условие ІS ≥ ІК,

7. при ІS ≥ ІК устанавливается МПр = І, на регистр УРП выводится "0" и проверяется выполнение условия ІА ≥ І2,

8. при ІА ≥ І2 устанавливается МПр = 0, прорабатываются п/п 0112, 0113 и РгП22 := (РгП22) + 4 * ІК.

Используются п/п: 0107(0108), 0114(0104), 0100, 0204, 0102, 0205, 0108, 0112(0104, 0110, 0111), 0113(0110), 0206(0104, 0105), 0201(0202(0101), 0100, 0101, 0106)/0203(0100, 0101).

Рабочие регистры: РгП 13-16, 21-23, 43-46, 48, 50-52, 55-57, 66-69, 77-79.

Примечания: 1. В обработке при $A(I)/ANN < 10^{-4}$ принимается $A(I)/ANN = 10^{-4}$

2. Подпрограмма 0206 при определении сканируемого сектора использует параметры предыдущей строки. Если это не устраивает оператора, то величины НОА, ДНА, I2 могут быть занесены с пульта во время остановки работы машины.

Программа 0003 - калибровка по ГШ

Программа производит следующие действия:

1. засылает пули в РгП27,28,
2. выводит на индикацию в РгХ и РгУ число "ПН" и останавливается,
3. после нажатия клавиши "Пуск" прорабатывает п/п 0115 и заносит получаемые ею средние значения сигналов в РгП27,28,
4. выводит на регистр управления релейными переключателями содержимое РгП8 и останавливается, индицируя в РгУ число "ПН", в РгХ "2",
5. после нажатия клавиши "Пуск" прорабатывает п/п 0115 и результаты запоминает в рабочих РгП,
6. выводит на регистр управления релейными переключателями число "0" и останавливается, индицируя "0" в РгХ, РгУ,
7. после нажатия клавиши "Пуск" прорабатывает п/п 0115,
8. вычисляет по формулам (6) и заносит в регистры памяти величины: $ALFA$ в РгП26, $SIND\Phi$ в РгП24, $COSD\Phi$ в РгП25.

Перед работой программы регистры памяти имеют следующее содержимое: РгП8 - код переключения задержек "+ПН/2", РгП6 - адрес начала записи калибровочных замеров (для п/п 0115), РгП7 - НК (для п/п 0115).

0408 МЕТКА
 0002 0107 п/п 0107
 0114 п/п 0114
 0700 0
 0404 3П
 0404 44
 0404 3П
 0404 45
 0404 3П
 0406 46
 0404 3П
 0500 50
 0405 ВП
 0004 4
 0404 3П
 0408 48
 0415 ВП
 0500 50
 0405 ВП
 0013 13
 0508 у X
 1403 +HШ
 0103 19
 0415 ВП
 0408 48
 0505 ВК
 0100 п/п 0100
 0204 п/п 0204
 0102 п/п 0102
 0605 ↓
 0415 ВП
 0408 48
 0504 3К
 0701 1
 0400 +П
 0500 50
 0702 2

0400 +П 48
 0408 -HШ 24
 0108 0
 0700 0
 0404 3П
 0403 43
 0404 3П
 0506 56
 0115 ВП
 0011 11
 0405 ВП
 0012 12
 0601 3П
 0414 3П
 0505 55
 0415 ВП
 0403 43
 0405 ВП
 0010 10
 0508 у X
 1403 +HШ
 0504 84
 0201 п/п 0201
 0203 п/п 0203
 0415 ВП
 0501 51
 0412 у = 0
 0411 +HШ
 1403 5
 0005 1
 0701 1
 0412 1
 0404 1
 0604 1
 0405 ВП
 0502 52
 0808 ДЕК ПОЛ

0205 п/п 0205
 0404 3П
 0708 78
 0405 ВП
 0200 20
 0603 + 1
 0701 1
 0710 x 10⁻³
 0703 у X
 0711 1
 0508 200
 0605 X
 0514 ЦУХ
 0610 3П
 0604 77
 0702 ВП
 0700 43
 0602 4
 0605 ВП
 0608 22
 0404 +
 0707 ↓
 0415 ВП
 0403 43
 0704 4
 0602 ВП
 0405 22
 0202 +
 0500 ↓
 0605 1
 0413 P1:=(PrX) 16
 1201 ВП
 0405 ВП
 0707 77
 0413 P2:=PrX
 1102

0904 ЯП(P1):=P2
 0201 P1 = P1 + 2
 1000 ВП
 0201 78
 0405 п/п 0108
 0708 10³
 0108 ЦУХ
 0412 P2:= PrX
 0703 ЯП(P1):= P2
 0608 1
 0413 +П
 1102 43
 0904 ВП
 0201 14
 0701 ВП
 0400 45
 0403 ВП
 0415 у X
 0403 +HШ
 0509 3
 1403 -HШ
 0009 8
 0206 П/п 0206
 0515 CTOH
 0409 CБPOC CП
 0001 MПp = 0
 1300 п/п 0112
 0003 п/п 0113
 0413 ВП
 0010 10
 0704 4
 0602 x ↓
 0605 +П
 0400 22
 0201 ВП
 0415 44
 0404 ВП
 0405 ВП

IO у X
 +HШ 3
 -HШ 8
 MПp = 1
 0 3П
 1 ВП
 ВПВ
 ВП 14
 ВП 45
 у X +HШ 3
 -HШ 8
 MПp = 0
 п/п 0112
 п/п 0113
 ВП 10
 4 x ↓
 +П
 22
 ВП

Программа содержит п/п 0115(0100).

Рабочие регистры: РгП 77, 78, 79;

РгП 29, 30, 48, 50, 51, 52 (п/п 0115)

и 2-НК регистров, начиная с РгП, номер которого содержится в РгП6 (п/п 0115).

0408	0001	0501
0003	1501	0415
0700	1503	0707
0404	0604	0602
0207	0515	0605
0404	0115	0401
0208	0405	0205
0609	0502	0405
0604	0713	0709
0515	0604	0403
0115	0405	0205
0405	0707	0405
0502	0713	0206
0404	0600	0402
0207	0414	0205
0405	0709	0415
0501	0405	0502
0404	0501	0405
0208	0713	0501
0405	0604	0602
0008	0405	0414
0404	0708	0204
0001	0713	0405
1501	0600	0707
1503	0605	0402
0609	0415	0708
0604	0709	0405
0702	0603	0708
0515	0605	0400
0115	0612	0204
0405	0404	0405
0502	0206	0709
0404	0415	0403
0707	0502	0204
0405	0405	0405
0501	0708	0206
0404	0602	0402
0708	0414	0204
0700	0205	0511
0404	0405	

Программа 0004 - калибровка по Солнцу

Программа производит следующие действия:

1. пересылает содержимое РгП 32, 34, 36, 38 в РгП 31, 33, 35, 37,
2. делает НК замеров показаний ЭЦВ и синхронметра с интервалом равным двум паузам машины (~ 2сек),
3. прорабатывает п/п 0204, корректирующую показания ЭЦВ,
4. переводит показания ЭЦВ в амплитуду и фазу сигнала,
5. прорабатывает п/п 0105, преобразующую код показаний синхронметра в секунды,
6. вычисляет среднее по сделанным замерам значение амплитуды сигнала и засылает его в РгП 32,
7. значения фазы и времени замеров записывает в регистры памяти, начиная с РгП, номер которого содержится в РгП3,
8. обрабатывает значения фазы сигнала по алгоритму приведенному в п. 4.2.
9. прорабатывает п/п 0200, вычисляющую параметры прямой $\varphi(T)$, значение тангенса угла наклона этой прямой заносит в РгП38,
10. вычисляет значение времени соответствующее середине калибровки и по нему на прямой $\varphi(T)$ величину фазы. Результаты заносит в РгП 36 и 34.

Перед входом в программу регистры памяти имеют следующее содержимое: РгП6 - адрес начала записи калибровочных значений,

РгП7 - НК

РгП24 - $\sin\varphi$

РгП25 - $\cos\varphi$

РгП26 - α

РгП27 - ΔT_{AC}

РгП28 - ΔT_{AS}

Использует п/п: 0100, 0105, 0108, 0200, 0204.

рабочие регистры: Ргп 48, 50, 70-78.

0600
0414
0304
0415
0007
0702
0602
0701
0601
0405
0006
0600
0505
0604
0400
0306
0702
0403
0306
0405
0707
0602
0405
0708
0600
0405
0304
0600
0702
0603
0605
0108
0404
0304
0511

0415
0408
0505
0604
0609
0600
0600
0605
0415
0408
0504
0701
0100
0500
0702
0400
0408
1402
0305
0200
0405
0707
0404
0308
0415
0006
0701
0600
0505
0404
0306
0415
0707
0602
0405
0708

0408
0415
0500
0405
0709
0507
1403
0013
0415
0007
0701
0601
0605
0415
0500
0508
1403
0206
1402
0412
0412
0708
0405
0707
0508
1403
0010
0415
0408
0505
0604
0609
0601
0601
1403
0008

1403
0107
0701
0400
0500
0415
0007
0701
0601
0605
0415
0500
0508
1403
0413
0405
0708
0404
0707
0702
0400
0408
1402
0207
0415
0500
0701
0600
0414
0709
0700
0404
0500
0405
0006
0404

0400
0500
0400
0408
1402
0302
0403
0302
0700
0404
0500
0405
0006
0404
0408
0415
0408
0505
0404
0707
0415
0408
0702
0600
0505
0404
0708
0604
0405
0707
0601
0605
0607
0604
0609
0508

0412
0615
1500
1503
0405
0000
0100
0204
0606
0412
0611
1403
0004
0701
0412
0404
0606
0808
0606
0400
0302
0605
0415
0408
0504
0405
0001
0105
0701
0400
0408
0605
0415
0408
0504
0701

0408
0004
0405
0304
0404
0303
0405
0302
0404
0301
0405
0306
0404
0305
0405
0308
0404
0307
0700
0404
0500
0404
0302
0405
0006
0404
0408
0415
0500
0405
0007
0508
1403
0213
0412
0615

Программа 0005 - вывод на перфоратор

Программа осуществляет следующие действия:

1. записывает с ЯП с адресом хранящимся в РгП22 число - 32767 - признак конца, после чего $(РгП22) := (РгП22) + 2$,
2. передаем информацию с $НШ = БАД + 960 + 16 \times I2$ до $НШ = БАД + (РгП22)$ по команде Выв КБ.

Программа содержит метку 0006 для вывода без записи признака конца.

Рабочие регистры: Р1, Р2, Р10.

0408	0706	0202	0706	0410	0202
0005	0707	0408	0700	0604	0507
0405	0711	0006	0600	0413	1402
0202	0413	0415	0605	0412	0015
0413	1202	0104	0413	0600	0413
1201	0904	0701	1210	0605	1010
0703	0201	0706	1503	0413	0511
0702	0702	0602	1503	1210	
0707	0400	0709	0413	0405	

Подпрограмма 0314 - обработка прерываний с антенны

Подпрограмма предназначена для работы по сигналу прерывания и выполняет следующие действия:

1. при $IA = 0$, $РгП47 := (РгП4)$,
2. если $IA < I2$, производит прием С, S и Т, вычисляет $Н1А$ соответствующее данному Т и засылает в память по адресу хранящемуся в РгП47 С и S в принятом виде, а $Н1А$ и Т упакованными в один РгП подпрограммой 0103,
3. при $(РгП21) = 0$, осуществляет ПВПр, $МПр := 0$, $РгП22 := 960 + 16 \times I2$, СТОП, при $(РгП21) \neq 0$ - ВПр.

Перед входом в подпрограмму регистры памяти имеют следующее содержимое: РгП4 - начальный адрес записи замеров, РгП14 - требуемое число замеров, I2, РгП21 - количество обработанных строк, М,

РгП15 - начальная высота антенны
 РгП16 - шаг по высоте антенны между прерываниями.

Рабочие регистры РгП 39, 40, 45, 47, 49, 70, 72, 73, 74, 75,

76.

Используемые подпрограммы: 0103, 0104, 0105

Содержимое РгХ, РгУ, РгП0001 сохраняются.

0408	0404	0405	0407	0405	I300
0314	0407	0405	0405	0201	0000
0404	0405	0106	0000	0409	0413
0309	0104	0602	0504	0001	0700
0414	0508	0405	0701	0412	0709
0400	I403	0105	0600	0711	0706
0405	0500	0600	0405	I403	J700
0001	I500	0605	0001	0010	0404
0404	I503	0401	0504	0405	0202
0409	0405	0700	0701	0409	0415
0415	0001	0415	0600	0404	0104
0405	0105	0700	0414	0001	0701
0412	0414	0405	0407	0405	0706
0411	0001	0001	0701	0309	0602
I403	0104	0103	0400	0415	0605
0005	0414	0414	0405	0400	0400
0405	0700	0001	I403	I211	0202
0004	0415	0415	0009	I210	0515

Подпрограмма 0315 - вывод на самописец

Подпрограмма предназначена для работы по сигналу прерывания (СП). Подпрограмма производит проверки:

а) если $(РгП46) < 2$, то сброс СП, $(РгП46) := (РгП46) + 1$,

ВПр, если $(РгП46) \geq 2$, то $(РгП46) := 0$;

б) если $(РгП44) = ISN < IKS$, то сброс СП, ВПр;

в) если $ISN \geq I\Phi N$, то подпрограмма останавливается, индицирует "315" в РгХ, после нажатия клавиши "ПУСК" - сброс СП, ВПр.

При невыполнении этих условий подпрограмма осуществляет следующие действия:

I. подготавливает к выводу величины ASN, ΦSN по алгоритму

$$ASN = 0, I \times (ЯП(БАД + (РгП22) + 4 * ISN))$$

$$\Phi SN = 0,001 * (\text{ЯП(БАД} + (\text{РГП22}) + 4 * \text{ISN} + 2)$$

2. проверяет IF (ASN. LT. - 50) ASN = - 50

3. формирует и выводит на регистр УРП число
 $[0,1 + 10^{-6} * \text{ENTIER}(180 - \text{РАД} \rightarrow \text{ГР}(\Phi SN)) + 10^{-10} * \text{ENTIER}(900 + \text{ISXASN})]$ ЕЗН

Содержимое РгХ, РгУ сохраняется.

На входе в подпрограмму регистры памяти имеют следующее

содержимое: РГП22 - адрес начала выводимой строки,
 РГП10 - число выводимых точек в строке, IKS
 РГП43 - число подготовленных к выводу точек, IФN

Рабочие регистры: РГП 1, 41, 42, 46, 44, 71, Р1, Р2.

0408	0415	0405	0412	0412	0600
0315	0404	0202	0403	0400	0605
0404	0405	0600	0406	0406	0710
0401	0010	0605	0701	0701	0711
0414	0508	0413	0604	0801	0404
0402	1403	1201	0705	0604	0001
0415	0505	0905	0700	0701	1501
0406	0405	0201	0711	0708	1503
0702+)	0403	0413	0507	0700	0701
0508	0507	0302	0604	0600	0400
1403	1403	0412	0514	0605	0404
0006	0007	0401	0701	0608	0409
0701	0703	0404	0708	0412	0001
0400	0701	0701	0602	0406	0405
0406	0705	1000	0709	0415	0401
1403	0515	0201	0700	0701	0415
0515	1403	0905	0700	0600	0402
0700	0410	0201	0600	0700	1211
0404	0704	0413	0605	0712	
0406	0602	0302	0608	0701	

Подпрограмма 0100 - распаковка I

Перед началом работы п/п в РгХ - код показаний ЭЦВ, после проработки п/п в РгХ - показания ЭЦВ косинусного канала, в РгУ - показания ЭЦВ синусного канала.

Рабочие регистры: РГП 77, 78.

+)

При изменении периода вывода здесь может быть команда 0700, 0701, 0703...

0404	04I4	0605	05I4	0508	07II
0707	0708	04I2	0404	I403	04I2
0607	0604	0403	0707	0004	0702
04I2	0704	04I5	04I5	0605	0604
0704	0700	0707	0708	I403	0405
0604	0700	04I2	0700	0004	0707
0608	0700	04I0	07I2	060I	05II
060I	060I	07II	070I	0605	

Подпрограмма 0I0I - распаковка 2

Перед началом работы п/п в PгX Н и Т в упакованном виде,
после проработки п/п в PгX - Т, в PгУ - Н.

0408
0I0I
0604
0608
060I
0606
04I2
0705
05II

Подпрограмма 0I02 - упаковка I

Перед началом работы п/п - в PгX - С, PгУ - S , после про-
работки п/п - в PгУ упакованные С, S .

Рабочие регистры: PгII 77, 78.

0408	0608	0607	0700	I403	04I2
0I02	0607	04I2	07I2	0005	07I0
0404	0604	0405	0704	070I	I403
0707	0405	0600	0600	04I2	0004
04I4	0708	0605	0405	0405	0605
0708	04I2	04I2	0708	0600	07II
04I2	0703	0404	04I2	0405	0604
0703	0608	0604	07I0	0707	05II

Подпрограмма 0I03 - упаковка 2

Перед входом в п/п - в PгX - Т, в PгУ - Н, после проработки
п/п - в PгУ - Н и Т в упакованном виде.

0408	0607	0405	0004
0I03	0606	0702	0605
04I4	04I2	04I2	07II
0702	0405	07I0	0604
0606	0600	I403	05II

Подпрограмма 0104 - интерполяция

Перед работой п/п в РГУ - Т [сек] , в РГП7 - Т0, в РГП8 - ДЕЛТАТ после проработки п/п - в РГУ - Н [мин]

Рабочие регистры: РГП 72, 73, 74, 75, 76.

0408	0108	0415	0505	0713	0405
0104	0602	0005	0404	0604	0704
0414	0405	0600	0706	0601	0600
0702	0107	0505	0415	0702	0405
0405	0600	0404	0705	0603	0705
0107	0405	0702	0405	0605	0602
0601	0702	0404	0704	0406	0605
0405	0606	0704	0601	0705	0400
0108	0601	0701	0405	0604	0702
0603	0405	0600	0703	0702	0415
0605	0108	0505	0602	0602	0702
0608	0603	0404	0606	0405	0511
0404	0605	0705	0400	0706	
0703	0406	0701	0702	0606	
0415	0703	0600	0605	0601	

Подпрограмма 0105 - синхрометр

На входе в п/п в РГХ - код показаний синхрометра, на выходе из п/п в РГУ - показания синхрометра в секундах.

Рабочие регистры: РГП 72, 73, 74.

00291	04 08	00302	06 04	00313	07 03	0324	06 02
00292	01 05	00303	06 08	00314	06 01	0325	04 05
00293	06 07	00304	04 04	00315	06 05	0326	07 03
00294	06 04	00305	07 02	00316	04 12	0327	06 00
00295	07 00	00306	06 01	00317	07 02	0328	07 06
00296	07 12	00307	06 05	00318	04 04	0329	07 00
00297	07 04	00308	04 12	00319	07 04	0330	06 02
00298	06 01	00309	07 02	00320	04 15	0331	04 05
00299	06 05	00310	06 04	00321	07 02	0332	07 04
00300	04 12	00311	06 08	00322	07 06	0333	06 00
00301	07 02	00312	04 04	00323	07 00	0334	05 11

Подпрограмма 0106 - $\Phi(x)$

На входе в п/п в РГХ - X, после проработки п/п в РГХ - $\Phi(x)$

Рабочие регистры: РГП 79.

0408	0700	0709	0605	0713	0712
0106	0712	0700	0400	0604	0702
0607	0701	0712	0709	0700	0701
0604	0706	0700	0405	0712	0707
0609	0704	0700	0709	0701	0702
0508	0709	0706	0511	0701	0703
1403	0606	0704	0704	0707	0601
0200	0713	0705	0712	0707	0605
0701	0602	0606	0705	0702	0404
0404	0606	0713	0601	0602	0709
0709	0401	0602	0605	0700	0511

Подпрограмма 0107 - вычисление L.

На входе в п/п регистры памяти задаются следующим образом:

РгП33 - ФН
 РгП34 - ФК
 РгП35 - ТН
 РгП36 - ТК
 РгП37 - ТГВН
 РгП38 - ТГВК

Подпрограмма вычисляет L по алгоритму приведенному в п. 4.1, результат заносится в РгП23. Уровень вложения I(0108).

Рабочие регистры: РгП 77, 78, 50.

0408	МЕТКА	0710	SIGNX=1	0606	↑	0108	п/п	0108
0107	0107	1403	+НШ	0507	Y ≥ X	0415	ВПУ	
0700	0	0006	0006	1403	+НШ	0304	34	
0404	3П	0609	ПИ	0007	0007	0601	-	
0500	50	0401	-П	0405	ВП	0605	↓	
0415	ВПУ	0707	77	0500	50	0404	3П	
0307	37	0401	-П	0404	3П	0707	77	
0405	ВП	0707	77	0203	23	0607	X	
0308	38	0405	ВП	1403	+НШ	0604	↓	
0600	+	0303	33	0012	0012	0609	ПИ	
0702	2	0400	+П	0701	I	0507	Y ≥ X	
0603	÷	0707	77	0415	ВПУ	1403	+НШ	
0404	3П	0609	ПИ	0708	78	0014	0014	
0707	77	0604	↓	0412	SIGNY=0	0415	ВПУ	
0405	ВП	0600	+	0410		0707	77	
0305	35	0405	ВП	0711	3Н	0701	I	
0415	ВПУ	0500	50	0514	S	0412	SIGNY=0	
0306	36	0602	x	0400	+П	0410		
0601	-	0605	↓	0500	50	1403	+НШ	
0605	↓	0401	-П	1402	-НШ	0005	0005	
0402	* П	0707	77	0405	0069	0401	-П	
0707	77	0609	ПИ	0405	ВП	0203	23	
0405	ВП	0604	↓	0303	33	1403	+НШ	
0707	77	0600	+	0400	+П	0003	0003	
0404	3П	0405	ВП	0708	78	0400	+П	
0708	78	0707	77	0405	ВП	0203	23	
0412		0607	X	0708	78	0511	ВПП	

Подпрограмма 0108 - приведение к интервалу [0,2 x ПИ]

РГХ = РГХ, приведенный к интервалу [0,2 x ПИ]

Рабочие регистры: РгП 77.

0408	0606	I403
0108	0507	0006
0404	I403	0609
0707	0004	0600
0609	0601	0600
0604	I402	I402
0600	0005	0008
0405	0700	0511
0707	0508	

Подпрограмма 0110 - возврат каретки ПМ⁺)

РгХ, РгУ сохраняются.

Рабочие регистры: РС0, ЯПО(0-й байт РгП 000, 001), Р10 = 0,
Р0 = 7.

Подпрограмма 0111 - печать символа на ПМ⁺⁺)

Подпрограмма печатает любой из символов клавиатуры ЭПМ "Консул-260". Код символа задается в следующем шаге за командой обращения к п/п.

Рабочие регистры: Р1, Р2, Р8, Р10.

Подпрограмма 0112 - печать параметров

Подпрограмма выводит на печать значения параметров и результаты калибровок - содержимое РгП 2, 3, 10-12, 23-36. Уровень вложения I (0104, 0110, 0111).

Рабочие регистры: РгП 72 - 76 (п/п 0104)

+) Подпрограмма 0005 в [10].

++) Подпрограмма 0113 в [10].

0408	0411	0002	0801	1407	0411
0112	0400	0411	0411	0405	0104
0110	0405	0208	0301	0206	0405
0111	0102	0110	0405	0411	0208
0704	0411	0111	0203	0104	0411
0405	0201	0503	0411	0405	0104
0305	0405	0405	0200	0205	0111
0411	0100	0301	0415	0411	1000
0500	0411	0411	0305	0104	0111
0405	0400	0104	0104	0405	1000
0306	0111	0405	0605	0204	0111
0411	1000	0302	0411	0411	1404
0500	0111	0411	0400	0104	0405
0111	1000	0104	0415	0111	0209
1000	0111	0405	0306	1000	0411
0111	0407	0303	0104	0111	0104
1000	0405	0801	0605	1000	0405
0111	0003	0411	0411	0111	0300
1414	0411	0301	0400	1500	0411
0405	0400	0405	0110	0405	0104
0101	0405	0304	0111	0207	0511

Подпрограмма 0113 - печать строки

Подпрограмма печатает содержащиеся в ячейках памяти обработанные результаты измерений. Печать осуществляется в два столбца. В первый столбец печатаются значения амплитуды сигнала (отнормированное на I_0 содержимое ячеек памяти с адресами БАД + (РГП22) + $4I$, $I = 0, 1, 2, \dots, IK - 1$) в том виде, в котором они записаны в ЯП. Во второй столбец печатается фаза сигнала (нормированное на I_0^3 (ЯП) с адресами БАД + (РГП22) + $4I + 2$, $I = 0, 1, 2, \dots, IK - 1$) с переводом из радианной меры в градусную.

Перед началом работы п/п задаются следующие параметры: РГП22 - адрес начала строки, РГП10 - число точек в строке - IK . Уровень вложения $I(0110)$.

Рабочие регистры: РГП50, P1, P2.

0408	МЕТКА	0415	ВП	0600	+	0413	P2 → PrX
0113	0113	0500	50	0605	↓	0302	P2 → PrX
0700	0	0704	4	0413	ЗХРШ, (PrX) → P1	0412	10^{-1} (PrX)
0404	ЗП	0602	*	1201		0401	10^{-1} (PrX)
0500	50	0405	ВП	0905	P2 := ЯП(P1)	0411	ПЕЧАТЬAI
0110	п/п 0110	0202	22	0201		0401	

I000	PI := PI + 2	04I2	IO ⁻³ . (PГX)	0400	+П	0507	У ≥ X
020I		0403		0500	50	I402	-НШ
0905	P2 := ЯП(PI)	080I	РАД → ГР	04I5	ВПУ	0207	0039
020I		04II	ПЕЧАТЬ ΦI	0500	50	05II	ВПП
04I3	P2 → PГX	040I		0405	ВП		
0302		070I	I	0I00	IO		

Подпрограмма 0II4 - запись начала строки

Подпрограмма засылает в ячейки памяти, начиная с АЯП = БАД + (PГП22) числа -I9660 и 0, содержимое регистров PГП10, II, I2, I9 и преобразованное подпрограммой 0I04 содержимое регистров PГП35, 36; добавляет I6 к (PГП22).

Перед входом в подпрограмму задаются в PГП22 - начальный адрес записи строки, в PГП10 - число точек в строке I, в PГП11 - высота первой точки строки H0, в PГП12 - шаг по высоте между точками строки ДЕЛТА, в PГП35 - время начальной калибровки ТН, в PГП36 - время конечной калибровки ТК. Уровень вложения I(0I04).

Рабочие регистры: PI, P2, PГП 72-76(п/п 0I04).

0408	0904	II02	00I2	020I	0605
0II4	020I	0904	04I3	04I5	04I3
0405	I000	020I	II02	0305	II02
0202	020I	I000	0904	0I04	0904
04I3	0700	020I	020I	0605	020I
I20I	04I3	0405	I000	04I3	I000
070I	II02	0I0I	020I	II02	020I
0709	0904	04I3	0405	0904	04I3
0706	020I	II02	00I0	020I	040I
0706	I000	0904	04I3	I000	0404
0700	020I	020I	II02	020I	0202
07II	0405	I000	0904	04I5	05II
04I3	0I09	020I	020I	0306	
I202	04I3	0405	I000	0I04	

Подпрограмма 0II5 - дисперсия

Подпрограмма производит НК замеров показаний ЭЦВ с интервалами между замерами равными двум паузам машины (~2 сек). По результатам замеров вычисляются и заносятся в память значения $S_{ср}$ в PГП52, $S_{ср}$ в PГП5I, SIGMAC в PГП29, SIGMAS в PГП30.

Перед обращением к подпрограмме должно быть задано в RгП6 - адрес начала записи калибровочных значений, в RгП7 - НК, в RгП27-DELTAС, в RгП28 - DELTAС. Содержит п/п 0100.

Рабочие регистры: RгП29, 30, 48, 50, 51, 52, 77, 78 и 2*НК RгП начиная с (RгП6).

0408	0207	0701	0700	0415	0007
0115	0601	0400	0404	0408	0507
0700	0605	0408	0500	0701	1402
0404	0400	0400	0404	0600	0204
0501	0502	0500	0209	0505	0701
0404	0415	0415	0404	0604	0601
0502	0408	0500	0300	0405	0605
0404	0504	0405	0405	0501	0415
0500	0701	0007	0006	0601	0209
0405	0400	0412	0404	0605	0603
0006	0408	0515	0408	0713	0606
0404	0415	0412	0415	0400	0612
0408	0707	0615	0408	0300	0404
1500	0405	0507	0505	0701	0209
1503	0208	1402	0604	0400	0605
0405	0601	0214	0405	0500	0415
0000	0605	0405	0502	0702	0300
0100	0400	0500	0601	0400	0603
0414	0501	0403	0605	0408	0605
0707	0415	0501	0713	0415	0612
0604	0408	0403	0400	0500	0404
0405	0504	0502	0209	0405	0300
					0511

Подпрограмма 0200 - вычисление параметров прямой фазового хода

Подпрограмма по записанным в RгП с номерами равными (RгП6) + М, где М = 0,1,..., 2*NS значениям $\Phi(M)$ T(M) вычисляет параметры прямой $\Phi = A \cdot T + B$, аппроксимирующей методом наименьших квадратов фазовый ход за время калибровки. Вычисления производятся по формулам

$$A = \frac{NS \cdot \text{SUMMA}(\Phi(M) \cdot T(M)) - \text{SUMMA} \Phi(M) \cdot \text{SUMMAT}(M)}{N \cdot \text{SUMMA}(T(M))^2 - (\text{SUMMAT}(M))^2}$$

$$B = \frac{\text{SUMMA}(T(M))^2 \cdot \text{SUMMA} \Phi(M) - \text{SUMMAT}(M) \cdot \text{SUMMA}(\Phi(M) \cdot T(M))}{N \cdot \text{SUMMA}(T(M))^2 - (\text{SUMMAT}(M))^2}$$

Перед входом в подпрограмму в РгП6 - начальный адрес калибровочных значений, в РгП7 - NS. После проработки подпрограммы в РгП77 - А, в РгП78 - В.

Рабочие регистры: РгП 48, 50, 70-76.

0408	0500	0604	0415	0701	0405
0200	0405	0713	0700	0602	0702
0700	0007	0400	0405	0414	0602
0404	0508	0700	0007	0705	0414
0700	1403	0405	0602	0415	0705
0404	0115	0704	0414	0702	0415
0701	0415	0602	0705	0405	0700
0404	0408	0605	0405	0007	0405
0702	0505	0400	0701	0602	0703
0404	0400	0702	0713	0405	0602
0703	0703	0701	0415	0705	0405
0404	0404	0400	0705	0601	0705
0500	0704	0500	0601	0405	0601
0405	0701	0702	0414	0706	0405
0006	0600	0400	0706	0603	0706
0404	0505	0408	0415	0414	0603
0408	0400	1402	0703	0707	0414
0415	0701	0204	0405	0415	0708
				0701	0511

Подпрограмма 0201 - фильтрация

По представленному в п.4.3 алгоритму подпрограмма определяет CI, SI, TI соответствующие высоте диаграммы направленности NI.

На входе в п/п регистры памяти имеют следующее содержимое:
 РгП2 - CONST, РгП3 - OMEGA, РгП12 - ДН, РгП55 - NI - ДН,
 РгП56 - NN(I - 1), РгП4 - начальный адрес записи измеренных значений, РгП45 - IA, РгП13 - N. После проработки п/п в РгП51 - CI, РгП52 - SI, РгП55 - NI, РгП57 - TI, РгП56 - NN(I).

Подпрограмма производит проверки

1. если $NN = 0$, то ОП,
2. если $IA \geq K$ при $K \geq NN$, то РгX:="ПИ", СТОП,
3. если $K \geq N$, то $IK = I$, ВПИ.

Использует п/п: 0202(0101), 0100, 0101, 0106.

Рабочие регистры РгП 48, 50, 66-69, 77-79.

0408	0404	0004	04I5	0505	070I
020I	0506	0600	00I3	060I	040I
0405	04I5	0505	0508	0605	0500
00I2	0405	0I00	I403	0607	I402
0400	0405	0406	0006	0404	0304
0505	0500	0709	0405	0707	04I5
0700	0508	0602	0403	04I5	0505
0404	0609	0606	0404	0408	0405
050I	05I5	0400	00I0	0702	0606
0404	0202	050I	05II	060I	060I
0502	0507	0405	04I5	0505	0605
0405	I403	0709	0500	0I0I	0403
0506	0206	0602	0702	04I4	0707
0404	0609	0605	0602	0606	04I5
0500	0604	0400	0405	0404	0607
0202	0600	0502	0004	0609	0405
0508	0405	070I	0600	0405	0609
I403	0003	0400	070I	0608	060I
0006	0603	0500	0600	0606	0405
070I	0405	I402	04I4	060I	0707
0400	0707	02I5	0408	0605	0603
0500	0602	0405	0505	0607	0405
I402	0605	0002	0I0I	0606	0609
0008	0I06	0403	04I4	0406	0600
04I5	04I5	050I	0608	0707	04I4
0500	0609	0403	0404	0606	0507
0609	0702	0502	0607	0507	05II
0606	0602	0405	0605	I403	
0603	0405	0500	04I5	0006	

Подпрограмма 0202 - вспомогательная п/п для фильтрации

РгХ:= ABS(НI-Н(К)) РгУ:= OMEGA

На входе в п/п в РгП50 - К, в РгП4 - начальный адрес записи измеренных значений, в РгП55 - НI, в РгП3 - OMEGA . После проработки п/п в РгП77 - (НI - Н(К)). Используется п/п 0I0I.

Рабочие регистры: РгП77.

0408	0702	0600	0I0I	060I	0707
0202	0602	070I	0405	0605	04I5
04I5	0405	0600	0505	0607	0003
0500	0004	0505	0606	04I4	05II

Подпрограмма 0203 - вывод без фильтрации

По алгоритму показанному в п.4 4. подпрограмма определяет CI, SI, TI соответствующие НI.

На входе в п/п должно быть задано в RгП4 - начальный адрес записи измеренных значений, в RгП12 - ДН, в RгП55 - Н1-ДН, в RгП56-NN(I-1), в RгП45 - IA. После проработки п/п в RгП55 - Н1, в RгП51 - SI, в RгП52 - CI, в RгП57 - TI, в RгП56 - NN(I).

Перед выходом из п/п производится проверка: если $IA \geq NN(I)$, то RгX:="ПИ", СТОП. Использует п/п: 0100, 0101.

Рабочие регистры: 48, 50, 57, 66, 68, 77, 78.

0408	0602	0608	040I	0400	050I
0203	070I	04I5	0606	0500	0405
0405	0600	0408	060I	I402	0500
00I2	0405	0702	0605	02I3	04I5
0400	0004	0600	0607	04I5	0405
0505	0600	0505	0604	0408	0508
0405	04I4	0I0I	0405	070I	0609
0506	0408	04I4	0606	060I	05I5
0404	0505	0606	0607	0505	0404
0500	0I0I	04I5	0507	0I00	0506
04I5	0404	0608	I403	0404	05II
0500	0507	0405	0006	0502	
0702	04I4	0505	070I	04I4	

Подпрограмма 0204 - корректировка

Подпрограмма корректирует значения S и C по формулам (3).

На входе в п/п должно быть задано в RгX - C, в RгY - S, в RгП24 - $SIND\Phi$, в RгП25 - $COSD\Phi$, в RгП26 - ALFA, в RгП27 - DC, в RгП28 - DS. После проработки п/п в RгX - S_k , в RгY - S_k .

Рабочие регистры: RгП77, 78.

0408	0708	0405	0206	0204	0405
0204	0405	0208	0402	0602	0205
04I4	0207	040I	0707	0405	0603
0707	040I	0707	04I5	0707	0405
0404	0708	0405	0708	0606	0708
			0405	060I	05II

Подпрограмма 0205 - учет калибровок

Подпрограмма преобразует амплитуду и фазу сигнала по формулам (2).

На входе в п/п задается в PгX - ФI, в PгУ - AI, в PгП20 - ANN, в PгП31 - AN, в PгП32 - AK, в PгП33 - ФN, в PгП34 - ФK, в PгП35 - TN, в PгП36 - TK, в PгП57 - TI, в PгП23 - L. После проработки п/п в PгX - ФIk, в PгУ - AIk.

Рабочие регистры: PгП 77, 78, 79.

0408	060I	0302	0405	0609	0405
0205	04I4	0405	0200	0602	0303
04I4	0709	030I	0606	0405	0600
0707	04I5	060I	0603	0304	0605
0404	0306	0405	0605	0600	040I
0708	060I	0709	0402	0405	0708
04I5	0605	0602	0707	0303	04I5
0507	0403	0405	04I5	060I	0707
0405	0709	030I	0203	0405	0405
0305	04I5	0600	0702	0709	0708
			0602	0602	05II

Подпрограмма 0206 - начальная высота антенны

Подпрограмма определяет начальную высоту, направление вращения антенны и необходимое количество замеров по формулам:

$$H = HS - 3H(HO) * (|HO| + OMEGA + 40)$$

$$DHA = -3H(DH) * 5$$

$$I2 = [2(|HO| + OMEGA) + 40 / |DHA|] + 1$$

На входе в п/п должно быть задано в PгП10 - IKS, в PгП11 - HO(мин), в PгП12 - ДН(мин), в PгП13 - OMEGA. После проработки п/п в PгП13, PгП14 - I2, в PгП15 PгУ - начальная высота антенны (мин), в PгП16 PгX - шаг по высоте антенны между прерываниями (мин).

- Примечания:
1. В п/п принят шаг антенны между прерываниями равным $D_{ant} = 5$ мин.
 2. "Запас" на движение Солнца за время установки антенны в исходное положение принимается равным 40 минутам.
 3. Предполагается вращение антенны навстречу движению Солнца.

Используются п/п 0I04, 0I05.

Рабочие регистры: PгП 72-76.

0408	0711	0404	0405	0600	0603
0206	0402	0707	0102	0702	0605
0405	0105	0601	0604	0602	0608
0101	1500	0700	0607	0704	0601
0604	1503	0712	0603	0700	0404
0607	0405	0705	0605	0600	0707
0404	0001	0507	0711	0705	0700
0105	0105	1403	0604	0603	0712
0603	0104	0004	0705	0701	0706
0405	0605	0701	0602	0600	0602
0003	0400	0400	0414	0414	0405
0400	0105	0707	0106	0014	0707
0105	0415	0415	0405	0414	0600
0704	0105	0707	0101	0013	0405
0700	0705	0705	0607	0415	0106
0400	0603	0602	0604	0015	0511
0105	0605	0404	0405	0706	
0605	0608	0015	0003	0700	

Подпрограмма 0207 - вычисление таблицы солнечных координат

Подпрограмма вычисляет по формулам (5) значения солнечных высот в моменты времени $T = T_N + K \cdot DT$, $K = 0, 1, \dots, NS$ и записывает их в РгП, начиная с (РгП5).

Перед входом в п/п: РгП61 - E0(сек), РгП62 - E1(сек), РгП63 - DELTA0 (сек), РгП64 - DELTA1 (сек), РгП58 - DOLGOTA (сек), РгП59 - SHIROTA (сек), РгП17 - TN (сек), РгП18 - DT (сек), РгП60 - NS. Использует п/п: 0208, 0209.

Рабочие регистры: РгП 50, 70-73, 77, 78.

0408	0600	0708	0400	0701	0700
0207	0414	0700	0701	0405	0701
0700	0700	0700	0405	0701	0700
0404	0405	0601	0508	0209	0708
0500	0602	0605	0208	0404	0700
0405	0208	0402	0400	0701	0700
0600	0404	0701	0701	0405	0601
0415	0701	0708	0405	0604	0708
0500	0405	0706	0700	0208	0706
0508	0601	0704	0400	0404	0704
0511	0208	0700	0701	0702	0700
0514	0401	0700	0709	0405	0700
0405	0701	0403	0707	0603	0603
0108	0415	0701	0702	0208	0605
0602	0700	0405	0700	0401	0402
0405	0701	0601	0700	0702	0702
0107	0700	0208	0401	0415	0405

0603	0405	0803	0702	0600	0600
0208	0701	0402	0802	0605	0405
0400	0803	0703	0604	0805	0703
0702	0404	0405	0405	0404	0504
0405	0703	0702	0509	0703	0701
0702	0405	0803	0802	0415	0400
0209	0509	0402	0602	0005	0500
0404	0208	0703	0405	0405	1402
0702	0209	0405	0703	0500	0906

Подпрограмма 0208 - перевод часов, минут, секунд в секунды⁺)

Вход: PгX в ЧМС (в виде 0,ЧЧММСС)

Выход: PгX в секундах.

Рабочие регистры: PгП 77, 78.

Подпрограмма 0209 - перевод секунд в радианы⁺⁺⁾

$PгX[сек] := PгX[РАД]$

Подпрограмма 0210 - загрузка числовой информации с МЛ⁺⁺⁺⁾

Вход: В PгX - КП блока, в PгУ - номер первого PгП, в который должна производиться загрузка. Выход: в PгX - КП блока, в PгУ - номер последнего PгП, в который загружена информация.

Рабочие регистры: PгП77, P1, P2, P8.

Подпрограмма 0211 - восстановление стандартного состояния БАД, P10, P12

Подпрограмма устанавливает БАД = 3072_{16} , P12 = 10_{16} = 16_{10}
P10 = 0. После проработки п/п PгX = 10, PгУ сохраняется.

0408	0413	0413
0211	1200	1112
0703	0413	0413
0700	0500	1010
0707	0701	0511
0702	0700	

8

⁺) См. подпрограмму 0002 в [10].

⁺⁺⁾ См. подпрограмму 0000 в [10].

⁺⁺⁺⁾ См. подпрограмму 0115 из [10].

ЛИТЕРАТУРА

- I. Smith P. - IEEE Trans.Ant.and Prop., 1966, v.AP-I4, N1, p.6; v.AP-I4, N6, p.660.
2. Hartsuijker A.P. et al. - IEEE Trans.Ant.and Prop., 1972, v.AP-20, p.229.
3. Цейтлин Н.М. Антенная техника и радиоастрономия. - М.: Сов. радио, 1976.
4. Есепкина Н.А., Корольков Д.В., Парийский Ю.Н. Радиотелескопы и радиометры. - М.: Наука, 1973.
5. Турчин В.И., Цейтлин Н.М. - Радиотехника и электроника, 1979.
6. Бахрах Л.Д., Курочкин А.П. Голография в микроволновой технике. - М.: Сов.радио, 1979.
7. Геруни П.М., Арутюнян Дж.С. Радиоголография и современные методы антенных измерений. - В кн.: Радио и акустическая голография. - С.: Наука, 1976, с. 54.
8. Джонсон, Экер, Холис. - ТИИЭР, 1973, т.61, № 12, с. 5.
9. Куммер В.Х., Ждиллеспи Э.С. - ТИИЭР, 1978, т.66, № 4, с. 143.
10. Дугин Н.А., Семенова Л.Р. Препринт № 137 - Горький: НИРФИ, 1980.
11. Юценко А.П. Таблицы для вычисления высоты и азимута. - М., 1957, с. 10.

Нинель Вениаминовна Векслер
Андрей Владимирович Калинин
Вячеслав Савельевич Коротков
Нина Александровна Кузнецова

ПАКЕТ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ АНТЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Подписано к печати 12.05.81 г. МЦ 00317. Формат 60 x 84 / 8
Бумага офсетная № 2. Печать офсетная. Объем 4,8 усл. печ. л.
Тираж 120 экз. Заказ 2547. Бесплатно .

Горьковский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский радиофизический институт (НИРФИ) Горький 603600, ГСП-51,
ул.Лядова 25/14 т. 38-90-91, д. 5-09.

Отпечатано на ротапринте НИРФИ