

Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР

Горьковский ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский радиофизический институт (НИРФИ)

Препринт № 161

ПАКЕТ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ ДИСКРЕТНЫХ ИСТОЧНИКОВ
ПО МЕТОДУ "ЧЁРНОГО" ДИСКА

М.Е. Миллер

Горький 1983

УДК 523.164.4

Предлагается пакет программ для проведения экспериментальных исследований радиоизлучения дискретных источников, рассчитанных на специализированное управляющее вычислительное устройство "Электроника ДЗ - 28", входящее в состав измерительно-вычислительного комплекса радиотелескопа и эталонного "черного" диска. Приводится пример построения цикла измерений на основе отдельных подпрограмм пакета.

Введение

Предлагаемый пакет программ для ЭКВМ "Электроника ДЗ-28" разрабатывался для проведения экспериментальных исследований радиоизлучения дискретных источников на радиоастрономическом комплексе, включающем в себя радиотелескоп и эталонный "чёрный" диск, расположенный в зоне Френеля антенны. В измерительной установке ЭКВМ "Электроника ДЗ-28" работает вместе с синхронизатором типа Ч7-15, двумя электронно-цифровыми вольтметрами типа ФЭ10-1/1(ЭЦВ), с которых осуществляется ввод информации в ЭКВМ, регистром управления релейными переключателями (УРП) и ЦПУ "Консул-260". Взаимодействие ЭКВМ с периферийными устройствами осуществляется аналогично описанному в [1].

Ниже кратко приводятся методики и алгоритмы основных измерений, общее описание пакета программ, тексты программ с необходимыми комментариями и приводится пример построения цикла измерений потоков дискретных источников на основе описанных подпрограмм.

I. ОСНОВНЫЕ СООТНОШЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В ЭКВМ

I.1. Измерение интенсивности дискретных радиоисточников по методу "чёрного" диска

Методика абсолютных измерений интенсивности дискретных источников описана, например, в [2]. Приводимые ниже программы для ЭКВМ позволяют её в значительной степени реализовать. Измерения имеют вид чередующихся циклов, включающих в себя измерения величин калибровочных сигналов (в начале и в конце цикла) и измерения сигналов от исследуемых источников. При этом, как показано в работе [2], целесообразно в каждом цикле измерять излучение двух источников. Это позволяет контролировать идентичность существенно разнесённых во време-

ни измерений, а также проводить оценки относительной величины потоков источников.

Поток источника вычисляется по известной формуле

$$S_{\nu} = \frac{2k}{\lambda^2} (1 + \xi) \int_{\Omega_D} F d\Omega (T_D - T_{\varphi, D}) \frac{\Delta n_{\text{ист}}}{\Delta n_D} e^{\chi_{\text{ист}}} - \Delta S_{\nu}, \quad (1)$$

где $\Delta n_{\text{ист}} \sim \Delta T_{a \text{ ист}}$, $\Delta n_D \sim \Delta T_{a D}$ - приращения показаний выходного прибора радиометра при приеме радиобизлучения источника и диска, $\chi_{\text{ист}} = \frac{\Gamma_0}{4,34} \text{cosec} \theta_{\text{ист}}$ - поглощение в атмосфере, Γ_0 - полное вертикальное поглощение в атмосфере, T_D - яркостная температура диска, $T_{\varphi, D}$ - яркостная температура фона за диском, F - нормированная диаграмма направленности по мощности, Ω_D - телесный угол диска, ξ - дифракционная поправка, ΔS_{ν} - поправка, учитывающая неравномерность космического излучения в районе источника и опорных областей. Величина $(T_D - T_{\varphi, D}) = T_0 - [(T_0 - 32) \gamma + T_{\text{косм}}]$, где

$$T_{\text{косм}} = (\lambda / \lambda_0)^{2,5} T_{\text{косм} \lambda_0}. \quad (2)$$

Здесь $T_{\text{косм}}$ и $T_{\text{косм} \lambda_0}$ - яркостные температуры распределённого космического радиоизлучения в направлении диска на длинах волн соответственно λ и λ_0 . В качестве $T_{\text{косм} \lambda_0}$ лучше всего использовать данные изофот космического радиоизлучения на волнах 75 см (здесь вводится поправка + 12,5 к) и 150 см [3, 4], а также каталог на 408 МГц [5].

Как правило, главный лепесток диаграммы параболической антенны с круглым раскрытием достаточно хорошо аппроксимируется функцией Гаусса

$$F = \exp \left[-\ln 2 \left(\frac{\bar{U}^2}{\Delta \bar{U}_{0.5}^2} \right)^2 \right],$$

где $\bar{U}_{0.5}^2$ - средняя полуширина главного лепестка диаграммы антенны на уровне половинной мощности. П/п 0206 рассчитывает кривую $F(\bar{U}^2)$ по результатам предварительных измерений ДН антенны в двух плоскостях. По этой кривой определяется параметр $F(\Delta \bar{U}_{0.5}^2)$ и оценивается величина дифракционной поправки ξ [6]. При такой аппроксимации

$$\int_{\Omega_D} F d\Omega = \frac{\pi \bar{U}_{0.5}^2}{\ln 2} \left\{ 1 - \exp \left[-\ln 2 \left(\Delta \bar{U}_D^2 / \bar{U}_{0.5}^2 \right)^2 \right] \right\}, \quad (3)$$

где $\Delta\varphi_D$ - угловой радиус эталонного диска. Выражение (I) представим в виде

$$S_y = S'_y - \Delta S_y, \text{ где}$$

$$S'_y = A \frac{\Delta\pi_{ист}}{\Delta\pi_D} e^{\gamma_{ист}} \left\{ T_0 - [(T_0 - 32)\gamma_D + T_{косм}] \right\}, \quad (4)$$

$$A = 2K/\lambda^2(1+\xi) \int_{\Omega_D} F d\Omega.$$

П/п 0210 вычисляет коэффициент А и заносит его в память машины, а поправка ΔS_y в формуле потока учитывается в окончательном результате после вычисления S'_y на ЭКВМ.

Величина $T_{косм}$ определяется для каждого цикла измерений на каждой длине волны и вводится в память машины непосредственно перед вычислением величины потока.

Выражение (I) для потока дискретного источника справедливо для случаев $\Omega_{ист} \ll \Omega_{гл}$, так что на угловых размерах источника можно пренебречь изменением диаграммы направленности. Если угловые размеры источника таковы, что изменением диаграммы пренебречь нельзя (изменение превышает необходимую точность), то в выражении (I) добавляется множитель K^{-1} , учитывающий этот фактор,

$$K = \int_{\Omega_{ист}} T F d\Omega / \int_{\Omega_{ист}} T d\Omega. \quad (5)$$

В работе [6] приведены значения К в приближении гауссова и равномерного распределения температуры по источнику.

1.2. Учёт изменения усиления антенны при калибровке по "чёрному" диску

Известно, что измерения радиоизлучения дискретных источников с калибровкой по "чёрному" диску, расположенному в зоне Френеля, сопряжены с перефокусировкой антенны на конечное расстояние. Для этого необходимо измерить фокальные пятна антенны в дальней зоне по излучению Солнца, и в зоне Френеля по излучателю, расположенному на вышке. В том случае, когда общее падение усиления при помещении облучателя в точку пересечения фокальных пятен не превышает нескольких процентов [2], целесообразно проводить измерения при постоянном смещении облучателя. В этом случае также необходимо точно знать фор-

му и взаимное расположение фокальных пятен приёмной антенны. Кроме того, возможно заметное искажение фокальных пятен, обусловленное реакцией зеркала на облучатель, причём это искажение может зависеть от изменения внешних условий [2]. Поэтому возникает необходимость периодически контролировать оптимальность величины смещения облучателя. Фокальное пятно измеряется относительно оптического уровня (по диску - относительно экранируемого им фона, по Солнцу - относительно опорной области неба).

Как правило, имеет место "модуляция" фокального пятна, обусловленная реакцией зеркала на облучатель [6]. Характер искажений и глубина модуляции фокального пятна существенно зависят от КСВ облучателя и могут меняться в зависимости от атмосферных условий при недостаточно хорошей герметизации облучателя. Очевидно поэтому, что при измерениях, связанных с выносом облучателя из фокуса, результат необходимо корректировать, приводя измеряемые сигналы от исследуемого источника и калибровочного эталона к одному усилению.

П/п 02II производит расчёт фокального пятна $\Phi(\xi)$ по формуле

$$\Phi(\xi) = \frac{1,01 - 0,2 \cos(\alpha \xi)}{5,3 + (\alpha \xi)^2} \cdot 6,55,$$

$$\alpha = \frac{4\pi}{\lambda(1 + 16 f^2/D^2)},$$

где λ - длина волны, D - диаметр отражающей поверхности зеркала, f - фокусное расстояние антенны, ξ - текущая координата вдоль фокальной оси зеркала.

Измеренные фокальные пятна антенны аппроксимируются расчётной функцией $\Phi(\xi)$ и, поправки приведения к одному усилению (в случае, когда производится перефокусировка, поправки рассчитываются на максимальное усиление антенны, а при постоянном смещении облучателя - на усиление, соответствующее точке пересечения расчётных фокальных пятен) учитываются при измерении потока источника.

1.3. "Привязка" звёздного хронометра к определённому декретному времени

При проведении наблюдений дискретных источников во многих случаях сопровождение ведётся по звёздному хронометру, который необходимо "привязать" к определённому декретному времени данной календар-

ной даты. Часовой угол t источника связан с декретным временем соотношением

$$t = (D - D_{\text{кульм}})(1 + \mu),$$

где $1 + \mu = 1,00273791$ - астрономическая постоянная, $D_{\text{кульм}}$ - декретное время кульминации источника на данную календарную дату.

$$D_{\text{кульм}} = 3^h + (\alpha - \lambda_E - S_0 + 24^h K) \frac{1}{1 + \mu},$$

где α - прямое восхождение источника, λ_E - долгота пункта установки антенны, отсчитываемая к востоку от Гринвического меридиана, S_0 - звёздное время в полночь (0) всемирного времени (для каждой календарной даты S_0 берётся из таблиц Астрономического Ежегодника). Величины α , λ_E , S_0 даны в часовой мере, величина $K = 0, \pm 1, \dots$ выбирается из условия $D_{\text{кульм}} \in [0^h, 24^h]$. Для вычисления времени кульминации используется п/п 0201(0002, 0000, 0003), а для вычисления часового угла - п/п 0202(0000, 0001, 0002, 0003, 0010); - все п/п из [I].

2. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ ПАКЕТА ПРОГРАММ

Предлагаемый пакет включает в себя часть п/п из [I], а для удобства пользования сохранены их кодовые обозначения.

п/п 0000 - перевод временных секунд в радианы,

п/п 0001 - перевод радиан во временные секунды,

п/п 0002 - перевод часовой меры во временные секунды,

п/п 0003 - перевод временных секунд в часовую меру,

п/п 0005 - возврат каретки ЦПУ,

п/п 0010 - приведение к интервалу $(-\pi, \pi)$,

п/п 0203 - первая п/п ожидания - формирует код времени, равный текущему моменту времени плюс заданное время ожидания,

п/п 0013 - вторая п/п ожидания - закикливается до наступления момента времени, определенного п/п 0203,

п/п 0200 - восстановление стандартного состояния БАД, P0, P10, P12,

п/п 0201 - вычисление времени кульминации источника,

п/п 0202 - вычисление часового угла для текущего момента времени,

п/п 0213 - печать символов на ЦПУ [7],

п/п 0314 - осуществляет вывод на ЦПУ календарной даты, рабочей час-

тоты, температуры окружающей среды,

- п/п 0209 - осуществляет считывание и вывод на ЦПУ показаний синхронометра (текущее время),
- п/п 0115 - преобразует код показаний вольтметров в два числа (один из вольтметров фиксирует выходной сигнал радиометра антенны, второй может использоваться, например, для снятия показаний температурных датчиков),
- п/п 0100 - вычисляет величину $\chi_{ист} = \Gamma_0 / 4,34 \operatorname{cosec} h_{ист}$,
- п/п 0302 - вычисляет величину $\Gamma_0 - [(\Gamma_0 - 32) \chi_g + T_{косм}]$,
- п/п 0207 - считывает заданное количество раз показания вольтметра с привязкой к текущему времени и вычисляет среднее значение и дисперсию реализации,
- п/п 0208 (0300) - вычисляет и выводит на ЦПУ величину $\chi_{ист.1} (\chi_{ист.2})$ (здесь и далее в скобках указываются коды п/п и регистры памяти РгП, используемые при измерениях второго источника внутри одного цикла - см. гл. 4),
- п/п 0106 - осуществляет измерение Δn_d - приращение показания ЭЦВ при записи уровня эталонного диска относительно экрана - руемого им космического фона. Уровень фона измеряется до подъёма и после опускания диска. Измеряются также значения σ_d - дисперсия уровня диска и σ_ϕ - дисперсия уровня фона за диском. По п/п 0106 измеряется Δn_d в начале и в конце цикла, причём данные конечного замера сохраняются как начало следующего цикла,
- п/п 0107 - осуществляет обработку и вывод на ЦПУ результатов измерения Δn_d в цикле,
- п/п 0110 (0012) - осуществляет измерение $\Delta n_{ист.1} (\Delta n_{ист.2})$ - приращение показаний ЭЦВ при записи уровня источника относительно опорных областей,
- п/п 0111 (0011) - осуществляет обработку и вывод на ЦПУ результатов нескольких измерений $\Delta n_{ист}$ в пределах одного цикла,
- п/п 0112 (0301) - вычисляет и выводит на ЦПУ величину S'_g ,
- п/п 0211 - осуществляет расчёт фокального пятна антенны для определённой длины волны,
- п/п 0206 - осуществляет расчёт функций Гаусса, которой аппроксимируется главный лепесток ДН,
- п/п 0210 - вычисляет величину $F_g = \int_{\Omega_d} F d\Omega$ и коэффициент А в фор-

муле (I) с записью в память машины.

Кроме того имеются п/п печати служебных слов, базирующиеся на п/п 0213 и кодах соответствующих символов согласно технического описания ДЗ - 28, тексты которых здесь не приводятся.

п/п 0004 - печать ДЕЛЬТА ИСТ,

п/п 0006 - печать СИГМА ИСТ. ($\sigma_{\text{ист}}$ - дисперсия записи уровня источника),

п/п 0007 - печать СИГМА ФОН ($\sigma_{\text{ф}}$ - дисперсия записи уровня фона за диском или опорной области источника),

п/п 0008 - печать ДЕЛЬТА ДИСК,

п/п 0009 - печать СИГМА ДИСК,

п/п 0014 - печать ВЫСОТА ИСТ.,

п/п 0015 - печать ГАММА ИСТ.,

п/п 0303 - печать ПОТОК ИСТ.

Содержание регистров памяти

РгП 000 до 019 используются в подпрограммах пакета как рабочие РгП.

РгП 020 - прямое восхождение источника (ЧМС),

021 - диаметр раскрыва антенны (м),

022 - длина волны (м),

023 - дискрет вычисления функции Гаусса (мин),

024 - декретное время кульминации источника (рад),

025 - минимальное значение, до которого вычисляется функция Гаусса,

026 - рабочая частота (МГц),

027 - звёздное время (ЧМС),

028 - высота источника (гр. мин),

029 - порядковый номер источника,

030 - средняя полуширина ДН антенны на уровне половинной мощности (гр),

031 - значение $\int_{\Omega} F d\Omega$,

032 - угловой радиус эталонного диска (гр),

033 - дифракционная поправка $1 + \xi$ (%),

034 - фокусное расстояние антенны (м),

035 - дискрет вычисления расчётного фокального пятна (м),

036 - минимальное значение, до которого вычисляется $\Phi(\xi)$,

037 - календарная дата (ДД, ММГГГГ),

038 - полное вертикальное поглощение в атмосфере Γ_0 (дБ),

039 - значение $\chi_d = \frac{\Gamma_0}{4,34} \operatorname{cosec} h_d$,

040 - температура космического фона $T_{\text{косм}}$ (К),

041 - параметр $A = \frac{2K}{\lambda^2} (1 + \xi) \int_{\Omega_0} F d\Omega$,

042 - код времени выхода из п/п 0013,

043 - температура окружающей среды T_0 (К),

044

045 - приращение показаний выходного прибора радиометра от диска,

046 - дисперсия записи уровня фона за диском,

047 - дисперсия записи уровня диска,

048 - дисперсия записи уровня источника,

049 - дисперсия записи уровня опорной области источника,

050 - число замеров в п/п усреднения 0207,

051 - временной дискрет в п/п ожидания 0203,

052 - счётчик числа наведений на источник,

053 - приращение показаний выходного прибора радиометра от источника,

054 - значение $\chi_{\text{ист}} = \frac{\Gamma_0}{4,34} \operatorname{cosec} h_{\text{ист}}$,

055 - значение потока S'_y ,

В РгП 055 - 079 записываются параметры, аналогичные представленным в РгП 0,48, 049, 052, 053, 054 для измеряемых источников

080 - астрономическая постоянная I,0027379I,

081 - широта места,

082 - долгота места,

083 - постоянная Больцмана.

п/п 0314 Печать календарной даты, рабочей частоты, температуры среды

Перед входом в п/п задаются:

РгП 026 - рабочая частота МГц),

037 - календарная дата (ДД, ММГГГГ),

048 - температура среды.

0408	I000	0213	I40I	0213	0704	0704	041I
0314	0000	0714	I000	I000	0605	I505	030I
0213	0405	I40I	0000	I413	I413	0702	0213
I404	0307	I503	0405	I407	I500	I40I	I000
I40I	041I	0704	0206	0603	0605	I000	I41I
0704	0206	0615	041I	0005	0702	0000	0000
I40I	0005	0704	030I	0213	I40I	0405	0005
						0408	051I

п/п 0209 Вывод на ЦПУ показаний синхронметра

Показания синхронметра записываются в РгП 001 в виде числа
 $\cdot \text{Ч}_1 \text{Ч}_2 \text{М}_1 \text{М}_2 \text{С}_1 \text{С}_2 \text{С}_3 \text{С}_4$,

где Ч_1 - десятки часов плюс 4 ($\text{Ч}_1 = 4, 5, 6$), Ч_2 - единицы часов, М_1 и М_2 - соответственно десятки и единицы минут, С_1 и С_2 - соответственно десятки и единицы секунд, С_3 и С_4 - десятые и сотые доли секунды.

Рабочие РгП 006, 007

После проработки п/п РгХ, РгУ сохраняются

0408	0006	1413	1503	0601	0415
0209	0213	3701	0415	0605	0007
0414	0707	1000	0001	0411	0405
0007	0702	000	0712	0106	0006
0404	0605	1500	0704	0005	0511

п/п 0115 Преобразование кода показаний ЭЦВ
в числовой формат

Ввод показаний ЭЦВ в ЭКЕМ производится по командам

1500
1503

При этом в ячейки заносятся

РгП 000 - показания обоих вольтметров,

001 - показания синхронметра.

Показания вольтметров вводятся в следующем коде:

\pm , 4АААК0БББ,

где ААА и БББ - значащие цифры показаний вольтметров К=0 или I в зависимости от знака показаний вольтметра (БББ).

Перед входом в п/п содержимое РгП 000 вызывается в РгХ.

После проработки п/п: РгХ: \pm 0,ААА РгУ: \pm 0,БББ

Рабочие Рг. 002, 003, 004

0408	0004	0410	0407	0511
0115	0604	0407	0408	0408
0404	0704	0403	0605	0408
0002	0700	0408	0408	0601
0607	0700	0406	0407	0605
0412	0700	0404	0412	0711
0704	0601	0003	0702	0407
0604	0605	0415	0404	0407
0608	0412	0004	0004	0408
0601	0403	0700	0405	0403
0404	0415	0712	0003	0711
0003	0002	0701	0415	0407
0414	0412	0508	0004	0406
				0511

п/п 0207 Вычисление среднего и дисперсии

Перед входом в п/п задаются:

РгП 050 - число замеров (опросов вольтметра),

051 - временной дискрет (периодичность опроса).

п/п выводит на ЦПУ время начала и конца усредняемой реализации.

После проработки п/п записывается:

среднее - РгП 062 (РгУ)

дисперсия - РгП 064 (РгХ)

0500	0000	0701	0110	0713	0411
0404	0115	0401	0209	0415	0104
0009	0400	0009	0405	0005	0604
0209	0602	0203	0605	0601	0405
1500	0713	0013	0403	0605	0604
1503	0400	0405	0005	0612	0411
0405	0005	0009	0403	0404	0106
0001	0701	0412	0602	0604	0005
0604	0400	0611	0405	0405	0511
0405	0605	1402	0602	0602	

п/п 0302 Вычисление величины

$$T_0 - [(T_0 - 32) \gamma_d + T_{\text{косм}}]$$

Перед входом в п/п задаются:

РгП 039 - значение $\gamma_d = \frac{T_0}{4,34} \operatorname{cosec} h_d$,

040 - $T_{\text{косм}}(K)$,

043 - $T_0(K)$.

После проработки п/п в РгУ - вычисляемое выражение

0408	0601	0600
0302	0405	0605
0415	0309	0415
0403	0602	0403
0703	0405	0601
0702	0400	0511

п/п 0106 Измерение приращения от диска Δn_d

Перед входом в п/п задаются:

РгП 050 - число замеров,

051 - временной дискрет

При измерении Δn_d в начале первого цикла необходимо обнулить 013, 015, 044, 045, 046, 047.

После проработки п/п в

РгП 045 - приращение показаний выходного прибора от диска,

046 - дисперсия записи уровня фона за диском,

047 - дисперсия записи уровня диска.

Рабочие РгП 010, 011, 012, 013, 014, 015

0408	0405	0207	0005	0000	0405	0415	0406
0106	0103	0414	0515	0005	0102	0101	0405
0200	0414	0100	0207	0515	0601	0405	0404
0405	0407	0404	0414	0207	0605	0104	0400
0404	0213	0101	0102	0404	0607	0600	0405
0404	0606	0213	0404	0104	0404	0702	0405
0405	0615	1404	0103	0405	0404	0603	0103
0405	1414	0609	0213	0100	0411	0414	0400
0105	0000	1503	0606	0600	0104	0105	0407
0404	0005	1411	0615	0702	0005	0605	0511
0406	0515	0000	1414	0603	0005	0400	

п/п 0107 обработка и печать результатов измерения приращения от диска Δn_d

п/п вычисляет средние величины $(\overline{\Delta n_d}, \overline{\sigma_d}, \overline{\sigma_\Phi})$ по результатам измерений Δn_d в начале и в конце цикла.

После проработки п/п в

РгП 045 - приращение показаний выходного прибора радиометра от диска

046 - дисперсия записи уровня фона за диском

047 - дисперсия записи уровня диска

Рабочие РгП 006, 007

Содержимое РгХ, РгУ - сохраняется

0408	0415	0405	0407	0009	0603	0106
0107	0405	0008	0702	0411	0605	0005
0414	0702	0411	0603	0106	0404	0415
0007	0603	0104	0605	0415	0406	0007
0404	0605	0005	0404	0406	0007	0405
0006	0404	0415	0407	0702	0411	0006
						0511

п/п 0110(0012) Измерение $\Delta n_{ист.1} (\Delta n_{ист.2})$

Перед входом в п/п задается:

РгП 029 - порядковый номер источника

050 - число замеров в п/п усреднения

051 - временной дискрет в п/п ожидания

Перед началом каждого цикла необходимо облудить: РгП 048, 049, 052, 053(075, 076, 077, 078).

п/п 0110(0012) прорабатывается столько раз, сколько требуется по условиям эксперимента.

После проработки п/п в

РгП 053(075) - приращение показаний прибора от источника,

049(077) - дисперсия записи уровня опорной области,

048(078) - дисперсия записи уровня источника
 052(076) - счётчик числа наведений на источник

0408	0209	0515	0405	0404	0600	0400
0110	0411	0207	0102	0102	0702	0502
0200	0001	0404	0600	0411	0603	0405
0213	0005	0104	0702	0104	0414	0103
0609	0515	0414	0603	0005	0103	0400
1503	0207	0105	0405	0005	0405	0409
0704	0414	0515	0105	0415	0102	0405
1000	0102	0207	0601	0103	0400	0104
0000	0404	0404	0605	0405	0503	0400
0405	0103	0106	0607	0106	0701	0408
						0511

п/п 0111(0011) Обработка и печать результатов
 измерения $\Delta n_{ист.1}$ ($\Delta n_{ист.2}$)

п/п 0111(0011) прорабатывается после нескольких измерений по п/п
 0110(0012). Количество измерений подсчитывается в РгП 052(076).

После проработки п/п в

РгП 053(056) - приращение показаний выходного прибора радио-
 метра от источника $\Delta n_{ист}$

048(057) - дисперсия записи уровня источника $\bar{\sigma}_{ист}$

049(059) - дисперсия записи уровня опорной области $\bar{\sigma}_{опорн}$

0408	0603	0213	0503	0405	0408	0502	0411
0111	0004	1000	0411	0502	0411	0603	0106
0415	0405	1000	0104	0603	0106	0007	0005
0503	0209	0000	0005	0006	0415	0605	0005
0405	0411	0605	0415	0605	0409	0404	0511
0502	0001	0404	0408	0404	0405	0409	

п/п 0100 Вычисление $\gamma_{ист} = \frac{\Gamma_0}{4.34} \operatorname{cosec} h_{ист}$

Перед входом в п/п задается:

РгП 028 - высота источника (гр.мин.),

029 - порядковый номер источника,

038 - полное вертикальное поглощение в атмосфере Γ_0 (дБ)

Рабочие РгП 002, 003, 004, 006, 007

После проработки п/п в РгУ - $\gamma_{ист}$

0408	0704	0208	0702	0605
0100	0712	0604	0604	0404
0414	0703	0608	0706	0004
0007	0704	0601	0700	0800
0404	0603	0404	0603	0802
0006	0414	0002	0405	0615
0415	0003	0605	0002	0415
0308	0405	0412	0600	0003
				0602
				0511

п/п 0208 (0300) Вычисление и печать $\gamma_{\text{ист.1}}$ ($\gamma_{\text{ист.2}}$)

Исходные данные задаются в п/п 0100.

Рабочие РгП 006, 007.

После проработки п/п величина $\gamma_{\text{ист.1}}$ ($\gamma_{\text{ист.2}}$) записывается в РгП 054(079).

Содержимое РгХ, РгУ сохраняется

0408	0015	0415
0208	0405	0007
0100	0504	0405
0414	0411	0006
0504	0006	0511
0014	0005	

п/п 0112(0301) Вычисление потока источника S'_j

п/п прорабатывается после полного цикла измерений: диск-источник-источник-...-диск.

Перед проработкой п/п задаются в

РгП 028 - высота источника (гр.мин),

029 - порядковый номер источника,

038 - полное вертикальное поглощение в атмосфере Γ_0 (дб),

039 - значение γ_d ,

040 - температура $T_{\text{косм}}$ (К),

041 - параметр А,

043 - температура T_0 (К)

0408	0405	1000	0405	0000	0411	0405	0603
0112	0403	0000	0209	0008	0104	0401	0414
0208	0411	0405	0411	0415	0005	0602	0505
0213	0300	0400	0001	0503	0302	0405	0303
0704	0005	0411	0213	0405	0405	0503	0605
0615	0213	0300	1000	0405	0504	0602	0411
1000	0704	0005	0300	0603	0614	0405	0305
0000	1411	0004	1000	0605	0602	0405	0005
							0511

п/п 0211 Расчёт фокального пятна $\Phi(\xi) = \frac{1,01 - 0,2 \cos(\alpha\xi)}{5,3 + (\alpha\xi)^2} 6,55$

Перед проработкой п/п записать:

РгП 021 - диаметр раскрыва антенны (м),

022 - длина волны (м)

034 - фокусное расстояние антенны (м),

035 - дискрет вычисления фокального пятна $\Phi(\xi)$ (м),

036 - минимальное значение, до которого вычисляется $\Phi(\xi)$

Рабочие РгП 002, 003, 004

0408	0604	0603	0712	0705	0713	I000	0007
0211	0701	0605	0702	0602	0604	I000	0405
0700	0706	0615	0602	0414	0705	I000	0305
0404	0602	0404	0701	0004	0712	0000	0400
0002	0701	0003	0712	0415	0703	0411	0002
0415	0600	0415	0700	0003	0600	0103	1402
0304	0405	0002	0701	0405	0405	0005	0505
0405	0202	0602	0606	0002	0004	0604	0511
0201	0602	0605	0601	0411	0603	0405	
0603	0609	0803	0706	0102	0605	0306	
0605	0603	0604	0712	0602	0615	0507	
0713	0704	0700	0705	0605	0213	I403	

п/п 0210 Вычисление выражения $A = \frac{2K}{\lambda^2} (I + \xi) \int_{\Omega_A} F d\Omega$

Перед проработкой п/п записать:

- РгП 022 - длина волны (м),
- 030 - средняя полуширина ДН антенны на уровне половинной мощности (гр),
- 032 - угловой радиус эталонного диска (гр),
- 033 - дифракционная поправка $I + \xi$,
- 083 - постоянная Больцмана K

После проработки п/п в:

РгП 031 - значение $F_{\Omega} = \int F d\Omega$

041 - параметр A

0408	0604	0606	0611	0405
0210	0702	0601	0603	0202
0415	0611	0609	0414	0713
0302	0602	0602	0301	0603
0405	0605	0405	0405	0405
0300	0711	0300	0803	0303
0603	0614	0713	0602	0602
0605	0604	0602	0702	0414
0713	0701	0702	0602	0401
				0511

п/п 0206 Вычисление аппроксимирующей функции Гаусса

$$F(u^2) = \exp \left[-\ln 2 \left(\frac{u^2}{\Delta u_{0.5}^2} \right)^2 \right]$$

Перед проработкой п/п записать:

- РгП 023 - дискрет вычисления функции $F(u^2)$ (мин),
- 025 - минимальное значение функции, до которого ведётся вычисление
- 030 - средняя полуширина ДН антенны на уровне половинной мощности (гр).

Рабочий РгП 002

0408	0702	0713	0213	0602	0507	0035	0605
0206	0611	0603	1000	0605	1403	0415	0400
0200	0711	0405	1000	0614	0015	0203	0002
0700	0604	0002	1000	0604	0605	0706	1402
0404	0405	0411	0000	0405	0411	0700	0208
0002	0300	0202	0713	0205	0103	0603	0511

3. БЛОК ПРОГРАММ, РЕАЛИЗУЮЩИЙ ПОЛНЫЙ ЦИКЛ ИЗМЕРЕНИЙ ПОТОКОВ ДВУХ ИСТОЧНИКОВ С КАЛИБРОВКОЙ ПО "ЧЕРНОМУ" ДИСКУ

На основе описанных выше программ и методик экспериментальных измерений можно предложить следующий порядок построения цикла измерений.

1. Произвести загрузку пакета программ с магнитной ленты (мл) по командам С1 или I202.
2. Проработать с пульта п/п 0200 (установка БАД, P0, P10, P12).
3. Произвести необходимые антенные измерения.
4. Занести с пульта

РгП 027 - звёздное время на текущую календарную дату. Для этого на PгX набрать число

0, ЧММСС...

ЧЧ - десятки и единицы часов, ММ - десятки и единицы минут, СС... - десятки, единицы, десятые, сотые и т.д. секунд,

037 - текущая календарная дата. Для этого на PгX набрать ДД,ММГГГГ

ДД - день, ММ - месяц, ГГГГ - год,

026 - рабочая частота (МГц),

043 - температура окружающей среды T_0 (К),

050 - число замеров при записи уровня,

051 - временной дискрет опроса вольтметров,

038 - полное вертикальное поглощение в атмосфере Γ_0 (дБ),

041 - параметр А в формуле потока (I),

039 - значение χ_d .

5. Произвести "привязку" звёздного хронометра к соответствующему декретному времени. Для этого проработать п/п 0201, 0202.

6. Начало цикла

- а) п/п 0314 - печать даты, частоты, температуры,

- п/п 0106 - измерение диска;
- б) измерение 1-го источника,
в РгП 029 записать порядковый номер источника (,1),
п/п 0110 - измерение источника (прорабатывается необходимое число раз),
п/п 0111 - обработка и печать результатов измерения 1-го источника;
- в) измерение 2-го источника,
в РгП 029 записать порядковый номер источника (,2),
п/п 0012 - измерение источника,
п/п 0011 - обработка и печать результатов измерения 2-го источника;
- г) п/п 0106 - измерение диска,
п/п 0107 - обработка и печать результатов измерения диска;
- д) в РгП 028 - высота источника (гр.мин),
040 - $T_{\text{КОСМ}}$ (К),
п/п 0112 - вычисление и печать потока 1-го источника;
- е) РгП 028 - высота источника (гр. мин),
п/п 0301 - вычисление и печать потока 2-го источника.
Конец цикла.

Л и т е р а т у р а

1. Дугин Н.А., Семёнова Л.Р. Препринт № 137 - Горький: НИРФИ, 1980.
2. Цейтлин Н.М., Дмитренко Л.В., Дмитренко Д.А., Миллер Е.А., Снегирёва В.В., Титов Г.К. - Изв.вузов - Радиофизика, 1976, т. 19, № 8, с. 1106.
3. Seeger C.L., Stumpers F.L.H.M., N.van Hurck.-Philips Technical Review, 1960, v.21, N11, p.317.
4. Dröge J., Priester W. Durchmusterung der allgemeinen Radiofrequenz Strahlung bei 200 MHz.-Zeitschr.für Astroph.1956, Bd 40, N4, S.236.
5. Haslam C.G.J., Salter C.J., Stoffel H., Wilson W.E.- A 408 MHz All-Sky Continuum Survey.II.The Atlas of Contour Maps.-Astron.Astroph. Suppl.1982, Ser.47, p.1-143.
6. Цейтлин Н.М. Антенная техника и радиоастрономия. - М.: Сов.радио, 1976.
7. Дугин Н.А., Семёнова Л.Р., Турчин В.И. Препринт (в печати)..

Дата поступления статьи
22 ноября 1982г.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Введение	3
I. ОСНОВНЫЕ СООТНОШЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В ЭКВМ.	3
I.1. Измерения интенсивности дискретных радиоисточников по методу "чёрного" диска	3
I.2. Учёт изменения усиления антенны при калибровке по "чёрному" диску	5
I.3. "Привязка" звёздного хронометра к определённому дискретному времени	6
2. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ ПАКЕТА ПРОГРАММ	7
3. БЛОК ПРОГРАММ, РЕАЛИЗУЮЩИЙ ПОЛНЫЙ ЦИКЛ ИЗМЕРЕНИЙ ПОТОКОВ ДВУХ ИСТОЧНИКОВ С КАЛИБРОВКОЙ ПО "ЧЁРНОМУ" ДИСКУ	17

Михаил Евгеньевич Миллер

ПАКЕТ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ ДИСКРЕТНЫХ ИСТОЧНИКОВ
ПО МЕТОДУ "ЧЕРНОГО" ДИСКА

Подписано в печать 28.03.83 г. МЦ 17721. Формат 60 x 84 / 16.

Бумага многоязычная. Печать офсетная. Объем 0,85 усл. печ. листов.

Тираж 120. Заказ 2913. Бесплатно.

Отпечатано на ротационной Горьковского научно-исследовательского
радиофизического института 603600 Горький, ГСП-51, ул. Лядова 25/14,
Телефон 38-90-91 д. 5-09.