

Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР

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

Препринт № 174

ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ ПРИ СУПЕРСИНТЕЗЕ ЛИНЕЙНОЙ АПЕРТУРЫ
(ПРОГРАММЫ ЗАПИСИ И ОБРАБОТКИ МАССИВОВ ДАННЫХ НА ЭВМ)

Н. А. Дугин
Л. Р. Семенова
В. И. Турчин

Горький 1983

Предлагаются алгоритмы и программы записи больших массивов информации с помощью микро-ЭВМ "Электроника ДЗ-28" при выполнении радиоастрономических наблюдений внеземных источников.

Рассмотрены некоторые результаты радиоастрономических измерений на двухэлементной системе апертурного синтеза НИРФИ дециметрового диапазона; приводятся программы обработки данных при суперсинтезе линейной апертуры, в том числе программы БПФ для микро-ЭВМ.

Данная статья завершает цикл публикаций, посвященных результатам работы по созданию, вводу в действие и проведению первых исследований на двухэлементном радиоинтерферометре НИРФИ дециметрового диапазона [1 - 4], установленном на радиоастрономической станции "Старая Пустынь". Она является продолжением работ [3, 4], в которых описаны принципы автоматизации измерений на малобазовом интерферометре в режиме апертурного синтеза, организация пакетов программы записи и предварительной обработки данных в реальном времени и последующей обработки при решении задач определения параметров базового расстояния при использовании микро-ЭВМ "Электроника ДЗ-28". В данной работе рассматриваются методики записи и обработки информации, необходимые при функционировании интерферометра в режиме апертурного синтеза. Эта задача привела к разделению материала на две независимые части: 1) организация записи больших массивов данных (файлов) в реальном времени с последующей коррекцией и занесением в память ЭВМ и 2) обработка полученных данных при решении задачи суперсинтеза линейной апертуры на ЭВМ "Электроника ДЗ-28" и "БЭСМ-6" с иллюстрацией возможностей применяемых способов обработки на конкретных радиоастрономических результатах, полученных на интерферометре методом суперсинтеза.

Первая часть тесно связана с работой [3]; программы записи "файлов" можно считать дополнением пакета [3]. Программы второй части вместе с работой [4] являются рабочими пакетами программы обработки, обеспечивающими проведение основных калибровочных и радиоастрономических измерений на инструменте апертурного синтеза. Наиболее подробные сведения о полученных радиоастрономических результатах даны в [5]. В Приложениях приводятся программы в машинных кодах ЭВМ ДЗ-28.

1. ЗАПИСЬ МАССИВОВ ДАННЫХ В ЭВМ

Запись измеряемых величин и определенная организация их в памяти ЭВМ для последующей обработки является основным моментом практически в любом эксперименте. При работе интерферометров в режиме апертурного синтеза длительность наблюдений достигает 15 часов, в течение которых проводятся, кроме измерений сигнала от исследуемых источников излучения, многочисленные калибровочные замеры. К ним относятся измерения аппаратурных параметров (усиления, нулевых уровней, электрической длины передающих трасс и т.д.) с помощью встроенных систем калибровки и измерения сигналов от внешних калибровочных источников как для контроля стабильности аппаратурных характеристик, так и для общего контроля инструмента (постоянства базового расстояния, антенн и участков тракта, не охваченных системой фазовой калибровки и т.д.).

Обычно последовательность различных по характеру измерений определена и достаточно строго соблюдается, но возможны отдельные, не входящие в общий график работы операции. Массивы данных, полученные при проведении измерительных процедур определенного назначения, могут существенно отличаться друг от друга по количеству измеренных величин, числу сопровождающих их вспомогательных параметров и по характеру использования в вычислительных и корректирующих операциях, выполняемых в данном эксперименте. Например, в нашем случае для информации о результатах калибровки аппаратуры отводится незначительное место, поскольку калибровка проводится один раз в час, а измерения длятся 10 - 15 часов. То же самое касается данных о калибровочных источниках. При записи же основной информации об источниках, для которых проводится синтез линейной апертуры, массив результатов измерений может составлять сотни и тысячи слов, и для его записи отводится основная часть памяти ЭВМ. Характер этой специфики эксперимента учтен при составлении программы.

Общий принцип составления пакета программ записи больших массивов информации основывается на следующем распределении оперативной памяти ЭВМ.

В памяти ЭВМ выделяются три участка:

- 1) для массива калибровочных величин,
- 2) для таблицы адресов файлов данных (об исследуемых объектах),
- 3) для массива файлов данных.

Указанные участки памяти имеют определенные начальные адреса (ис-

мера ячеек) N_0, N_1, N_2 , которые записываются перед началом работы пакета программы в трех PFI с соответствующими номерами. Каждый из этих трех массивов имеет структуру, показанную на схеме I.

Таблица калибровок

№ 0 (200) в PFI 044

№ 0	+	0	:	Адрес последней записи калибровки
	+	1	:	Дата
	+	2	:	
	+	3	:	
	+	4	:	Декретное время D
	+	5	:	Фаза (град.) $\Phi(+)$
	+	6	:	Амплитуда ГИ (АМПИ 1)
	+	7	:	Амплитуда ГИИ (АМПИ 2)
	+	8	:	D
	+	9	:	$\Phi(+)$
	+	10	:	АМПИ 1
	+	11	:	АМПИ 2
	+	12	:	D

Таблица адресов

№ 1 (300) в PFI 045

№ 1	+	0	:	Число источников
	+	1	:	Дата
	+	2	:	Адрес начала файла
	+	3	:	Номер источника
	+	4	:	Время кульминации
	+	5	:	Адрес начала файла
	+	6	:	Номер источника
	+	7	:	Время кульминации
	+	8	:	

Таблица файлов

№ 2 (360) в PFI 046

№ 2	+	0	:	Адрес последней записи, произведенной в файл
	+	1	:	Адрес последней записи, которая может быть произведена
	+	2	:	Декретное время D, часовой угол τ
	+	3	:	Амплитуда A, фаза φ
	+	4	:	Дисперсия амплитуды σ_A , дисперсия фазы σ_φ
	+	5	:	D, τ
	+	6	:	A, φ
	+	7	:	σ_A, σ_φ
	+	8	:	D, τ

Схема I

В начале работы по какому-либо источнику необходимо "открыть файл" - выделить в памяти ЭВМ зону для записи измеряемых данных о выбранном источнике. Каждому файлу присваивается свой номер (в нашем случае номер источника излучения) и грубо определяется количество записей в файл $N_{\text{зап}}$. Далее программа должна:

1) в таблице адресов увеличить на единицу счетчик открытых файлов и занести сведения о новом источнике наблюдения:

а) адрес начала файла, в который будут заноситься измеренные данные об этом источнике,

б) номер файла (источника),

в) время кульминации;

2) в таблице файлов формируются две служебные ячейки: в первой будет храниться адрес последней записи, произведенной в файл, во второй - адрес конца файла, производится чистка ячеек, начиная с третьей в файле и до конца файла;

3) печатается информация об открытом файле в виде | ФАЙЛ 'I4' 360 I26I |, где 'I4' - номер источника, 360 - адрес начала файла (первая ячейка), I26I - последний адрес файла (который хранится во второй ячейке (36I)).

В последующей работе при получении информации об источнике, необходимо произвести "запись в файл". Измеренные величины попарно упаковываются в одну ячейку и записываются последовательно, начиная с адреса, указанного в первой ячейке файла и увеличенного на единицу. Соответственно изменяется адрес в первой ячейке, т.е. адрес последней произведенной записи (в нашем случае на 3). После занесения информации в память производится печать сообщения в виде | ЗП 'I4' 360 367 I26I |, где 367 - адрес последней записи в файле.

При проработке программы записи в файл предусмотрены два аварийных останова:

1) если список адресов файлов не содержит номера источника, для которого должна быть предусмотрена запись,

2) если запись превысит границы памяти, отведенные для файла.

В память ЭВМ вводятся шесть величин: декретное время D , часовой угол источника \dagger , фаза Φ и амплитуда A сигнала, дисперсии (шумовые дорожки) σ_c , σ_s в \cos -и \sin -каналах интерферометра. Они записываются в ячейки с последовательным возрастанием номеров, откуда периодичность записи одной величины - через 3 ячейки.

Коррекция измеренных данных может проводиться как после экспери-

мента, так и в процессе измерений. Поэтому во избежание повторной коррекции декретному времени скорректированных данных присваивается знак "плюс", а декретному времени нескорректированных значений — знак "минус".

Для сохранения непрерывности декретного времени при переходе к другим суткам к текущему значению D добавляются 24^h (для правильной работы программы коррекции). Если запись не первая в массиве, значения D изменяются "автоматически" с помощью соответствующей программы; если был открыт новый файл в новых сутках, необходимо сохранить непрерывность D , добавив к первому значению 24^h (п/п 0306).

Дисперсии амплитуды и фазы вычисляются по соотношениям

$$\begin{aligned} \sigma_{\Phi} &= \frac{180}{\pi A} \sqrt{\sigma_c^2 \sin^2 \Phi + \sigma_s^2 \cos^2 \Phi}, \\ \sigma_A &= \frac{1}{A} \sqrt{\sigma_c^2 \cos^2 \Phi + \sigma_s^2 \sin^2 \Phi}. \end{aligned} \quad (1)$$

После окончания рабочего цикла по всем исследуемым объектам со всеми калибровочными измерениями, необходимо скорректировать измеренные амплитуду и фазу на аппаратурные эффекты, такие как усиление приемника и изменение разности электрических длин плеч интерферометра. Соотношения для коррекции указанных величин при линейном законе изменения калибруемых параметров имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} \Phi &= \Phi - (\Phi_1 + (\Phi_2 - \Phi_1) \Delta D), \\ A &= A / ((A_1 + (A_2 - A_1) \Delta D / A_0)), \\ \Delta D &= (D - D_1) / (D_2 - D_1), \\ D_1 &< D < D_2, \end{aligned} \quad (2)$$

D_1, Φ_1, A_1 } калибровочные значения, расположенные подряд.
 D_2, Φ_2, A_2 }

A_0 — максимальное значение амплитуды сигнала.

На ПМ могут быть распечатаны массивы всех данных как в скорректированном, так и в первоначальном виде, а также результаты калибровочных измерений.

Для осуществления описанных выше процедур были разработаны соот-

ветствующие программы, краткое описание которых дается ниже, а тексты в машинных кодах и "паспорта" приведены в Приложении I.

- п/п 0105 - приведение требуемой величины к задачному периоду (интервалу), например, время в период ($0 - 24^h$), фаза ($0^\circ - 360^\circ$) и т.д. Для работы п/п требуется знать два последовательных значения параметра и половинное значение периода,
- п/п 0106 - "упаковка" данных - запись в один РГП двух измеренных величин, служит для экономии памяти ЭВМ в процессе измерений,
- п/п 0107 - "распаковка" данных - выполняет задачу, обратную п/п 0106; служит для подготовки данных для обработки после завершения эксперимента,
- п/п 0110 - распечатка файла: печать информации, полученной в эксперименте, на ПМ "Консул-260",
- п/п 0111 - поиск в памяти ЭВМ массива данных (файла) с заданным номером (т.е. относящимся к информации об одной из характеристик инструмента или об одном из исследуемых объектов),
- п/п 0305 - "открыть файл" - отводит в памяти ЭВМ определенную зону для записи данных, которой присвоен соответствующий номер,
- п/п 0306 - "запись в файл": запись полученной в результате эксперимента части информации в соответствующий массив данных; при первой записи в файл: "стоп" - для сохранения непрерывности времени; если $RgX = 0$, то к текущему времени добавляется 24^h ,
- п/п 0308 - коррекция данных, получаемых в результате наблюдений внеземных источников, на аппаратурные эффекты (дрейф усиления и изменение электрической длины кабельных трасс), определяемые системами калибровки (соот. (2)); печать полученных результатов,
- п/п 0610 - занесение первоначальной информации о файлах: настройка памяти ЭВМ на приём информации, получаемой в эксперименте; $N_0 = 200$, $N_1 = 300$, $N_2 = 360$; РГП 044 $\rightarrow N_0$, РГП 045 $\rightarrow N_1$, РГП 046 $\rightarrow N_2$, РГП ($N_1 + 1$) \rightarrow дата,
- п/п 0611 - распечатка таблицы калибровок.

Последовательность применения п/п пакета в процессе эксперимента

следующая:

- 1) п/п 0610 - прорабатывается один раз в начале эксперимента после п/п "заголовок",
- 2) п/п калибровки (текст не приводится) - данные заносятся в таблицу калибровок по команде "пуск",
- 3) п/п 0305 - прорабатывается один раз при обращении к новому источнику после п/п "заголовок источника",
- 4) п/п 0306 - прорабатывается каждый раз после получения очередной информации об исследуемом источнике,
- 5) п/п 0110 - распечатка файла после окончания измерений; запись данных на МЛ,
- 6) п/п 0611 - распечатка таблицы калибровок,
- 7) п/п 0308 - коррекция полученных данных по всем источникам с одновременной печатью откорректированных результатов (портит первоначальную информацию).

Пример распечатки данных при записи информации об источнике с калибровкой по источнику Лебедь-А приведен в Приложении 3.

2. СУПЕРСИНТЕЗ ЛИНЕЙНОЙ АПЕРТУРЫ

С помощью двухэлементного интерферометра с неподвижными элементами можно полностью решать, в основном, одну задачу, а именно: получать стрип-распределения радиояркости источников со склонениями, близкими к нулевым, методом суперсинтеза линейной апертуры с размерами $2D \times d$, где D - база интерферометра, d - диаметр антенны. Очевидно, что при этом одним из главных вопросов является выбор для контрольных исследований источников, удовлетворяющих таким основным требованиям, как минимальное отличие их склонений от нуля, известная и достаточно сложная структура в прямом восхождении, отсутствие мощных объектов в пределах главного лепестка ДН антенны интерферометра. Идеальным объектом для контрольных измерений можно было бы считать двойной или тройной источник с точечными компонентами, при $\delta = 0$, разнесенными по прямому восхождению на 2-3 ширины главного лепестка синтезированной ДН линейной апертуры. В качестве объектов для исследования на нашем инструменте были выбраны галактические области N- II W43 и W44. Склонения их по абсолютной величине не превышают 2° , интенсивность достаточно велика, а ближайшие объекты (по данным [6]) расположены друг от друга по прямому восхождению

на достаточно больших интервалах.

Большое значение для определения возможностей нашего инструмента имели измерения стрип-распределения радиояркости по диску Солнца. Очевидно, что использование Солнца как объекта для исследования методом суперсинтеза, достаточно проблематично, т.к. из-за нестабильности потока излучения и относительно быстрого вращения Солнца вокруг своей оси, нарушается основной принцип апертурного синтеза — постоянство распределения радиояркости исследуемой области излучения. Тем не менее, наблюдения Солнца дают экспериментаторам ряд преимуществ, которые в значительной степени компенсируют указанный недостаток. Во-первых, мощный сигнал от источника позволяет делать кратковременные замеры в интерференционном режиме и отводить значительное время для непрерывной калибровки потока излучения, чтобы корректировать измеряемую амплитуду сигнала и выбраковывать записи с большой активностью Солнца. Контроль состояния солнечной активности может вестись визуально (по самописцу). Работа по мощному сигналу позволяет также определять влияние рельефа местности на характеристики выходного сигнала, а следовательно, и пределы часовых углов источников, до которых целесообразно проводить измерения. Во-вторых, в случае отсутствия нулевых пространственных частот, благодаря известному угловому диаметру Солнца, можно с достаточной степенью точности восстанавливать спектр пространственных частот около нуля, либо заменять его теоретическими значениями. Отметим, что наблюдения Солнца в режиме суперсинтеза интерферометром с фиксированной базой могут проводиться только дважды в году в периоды весеннего и осеннего равноденствий, когда склонение Солнца близко к нулю. В зависимости от выбранного предельного значения склонения длительность этих периодов будет лежать в пределах 2 — 3 недель.

Измерения сигнала от источника при суперсинтезе линейной апертуры осуществлялись с помощью пакета программ записи и предварительной обработки информации [3], который использовался при калибровке базы интерферометра, описанной в [1, 5]. Основным моментом в этом случае являлась обработка полученных данных.

2.1. Обработка данных при суперсинтезе линейной апертуры

Известно, что распределение радиояркости источника связано с измеряемым корреляционным сигналом интерферометра преобразованием

Фурье

$$P(\vec{n}) = \int_{\Omega} g(\vec{u}) W(\vec{u}) e^{i\vec{u}\vec{n}2\pi} d\vec{u}, \quad (3)$$

где $g(\vec{u})$ - весовая функция, $W(\vec{u})$ - спектр пространственных частот. Для случая синтеза линейной апертуры это преобразование будет одномерным. Поскольку измерения сигнала ведутся в дискретных точках через определенные интервалы δu , то интеграл Фурье в правой части (3) заменяется соответствующим рядом, и общее выражение для получения стрип-распределения радиояркости исследуемой области будет иметь следующий вид:

$$P(\eta) = \sum_{u=-u_1}^{u_1} A(u) e^{i[\varphi(u) - 2\pi\eta u]} g(u) \delta u, \quad (4)$$

где $A(u)$, $\varphi(u)$ - измеряемые амплитуда и фаза, $\eta = \cos \delta_0 (\alpha - \alpha_0)$. В память ЭВМ вместе с A и φ заносятся соответствующие значения часового угла t , а не пространственные частоты u , поэтому может оказаться удобным проводить суммирование по переменной t . Тогда при $u = \cos(t + \chi)$ соотношение (4) примет вид

$$P(\eta) = \sum_{t=-T}^T A(t) e^{i[\varphi(t) - 2\pi\eta \cos(t+\chi)]} g(t+\chi) |\sin(t+\chi)| \Delta t, \quad (5)$$

$\chi = 90^\circ - \arcsin(N_B / \sqrt{N_B^2 + M_B^2})$, где N_B , M_B - параметры базы $[I]$, $\Delta t = (t_{i+1} - t_i)$ - разность часовых углов источника между двумя последовательными замерами сигнала. Так как $W(u) = A(u) e^{i\varphi(u)} = W^*(-u)$, то измерения могут проводиться только для положительных или только для отрицательных u (или часовых углов), а формулу для обработки данных можно записать как [7]

$$P(\eta) = -A(0) + 2 \sum_{t=0}^T \operatorname{Re} \left[A(t) e^{i[\varphi(t) - 2\pi\eta \cos(t+\chi)]} g'(t+\chi) \Delta t \right], \quad (6)$$

$$g'(t) = g(t) |\sin t|, \quad \eta = \kappa \Delta \eta$$

или

$$P(\eta) = -A(0) + 2 \sum_{t=0}^T A(t) \cos \varphi(t) \cos(2\pi \eta \cos(t+x)) \times \\ \times g'(t+x) \Delta t - 2 \sum_{t=0}^T A(t) \sin \varphi(t) g'(t+x) \sin(2\pi \eta \cos(t+x)) \Delta t.$$

Получение распределения радиояркости источника с помощью соотношений, подобных (6), т.е. вычисление простого Фурье-преобразования, получило название "прямого метода" обработки данных [8]. Основным его недостатком для крупных систем апертурного синтеза является слишком большое время вычислений даже для самых мощных ЭВМ из-за невозможности применения БПФ, требующего равномерных выборок по переменным суммирования. Очевидно, что при измерениях практически невозможно выдержать точно требуемый интервал съема данных Δt (или Δu), тем более при необходимости проведения калибровок аппаратуры и базы интерферометра. Непостоянство Δt легко учитывается при обработке, однако кроме затрат времени на расчеты, оно приводит к "размазыванию" решеточных максимумов ДН синтезированного инструмента, возникающих из-за дискрета выборок, и, следовательно, к сужению области обзора η_{max} , в которой влиянием "решеточного" эффекта можно пренебречь.

Чтобы устранить эти недостатки, обычно приводят все измеренные данные к прямоугольной (или равномерной для линейной апертуры) сетке значений амплитуды и фазы сигнала в (u, ν) -плоскости.

Существует несколько видов процедур получения равномерной сетки выборок; в большинстве случаев эти методы наиболее эффективны при большом числе измеренных данных. Рассмотрим два из них применительно к нашему интерферометру.

Самым простым и естественным способом получения равномерной сетки выборок можно считать "ячейное усреднение" (cell-averaging), при котором весь интервал реализованных пространственных частот U разбивается на N_p частей и каждой точке $u_n = n \frac{U}{N_p}$ ($n = 0 + N_p$) присваиваются средние значения амплитуды и фазы из всех измеренных в интервале $u_{n-1} + \Delta u / 2 < u < u_{n+1} - \Delta u / 2$, где $\Delta u = U / N_p$. Если для какого-либо значения u_m в пределах $\pm \Delta u / 2$ нет измеренных точек, то данной пространственной частоте присваиваются средние амплитуды и фазы, рассчитанные из полученных для u_{m-1} и u_{m+1} величин. При преобразовании к равномерной сетке соотношения (6) часовые

углы для узлов сетки вычисляются как

$$\pm t_n = \pm \arccos\left(\frac{\eta}{N_p}\right) - \chi, \quad (7)$$

усреднение ведется по t_i в интервале

$$\frac{t_n + t_{n-1}}{2} < t_i \leq \frac{t_{n+1} + t_n}{2}, \quad (8)$$

результатирующие значения сигнала в узлах определяются как

$$A_n^c = A_n \cos \varphi_n = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M A^c(t_i),$$

$$A_n^s = A_n \sin \varphi_n = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M A^s(t_i). \quad (9)$$

Далее вычисляется преобразование Фурье:

$$P(\eta) = -A(0) + 2 \sum_{n=0}^N g(n) \left[A_n^c \cos(2\pi\eta n) - A_n^s \sin(2\pi\eta n) \right] \quad (10)$$

или

$$P(\eta) = -A(0) + 2 \sum_{n=0}^N g(n) \bar{A}_n \cos(\bar{\varphi}_n - 2\pi\eta n), \quad \eta = \kappa \Delta u. \quad (10')$$

При равномерной сетке выборки измеренных значений по координате u ДН синтезированной апертуры, получаемая при $A = 1$ и $\varphi = 0$, будет иметь вторичные (решеточные) максимумы, равные по величине главному, через интервалы $\delta\eta = 1/\Delta u$, а рассчитанное распределение радиояркости будет суммой истинного и "паразитных", в том числе сигналов от источников извне синтезируемой области [9]

$$P(\eta) = \sum_{\kappa=-\infty}^{\infty} P\left(\eta + \frac{\kappa}{\Delta u}\right) \quad (11)$$

Наиболее действенный метод борьбы с этим эффектом есть получение равномерной сетки выборки сверткой измеренных значений корреляционного сигнала с функцией

$$g(u) = \frac{\sin\left(\pi \frac{u}{\Delta u}\right)}{\pi \frac{u}{\Delta u}}, \quad (12)$$

что означает умножение полученного распределения радиояркости на прямоугольный импульс, точно перекрывающий границы исследуемой области $\eta_{\max} = 1/\Delta u$. Применение этой процедуры при обработке данных здесь не рассматривается.

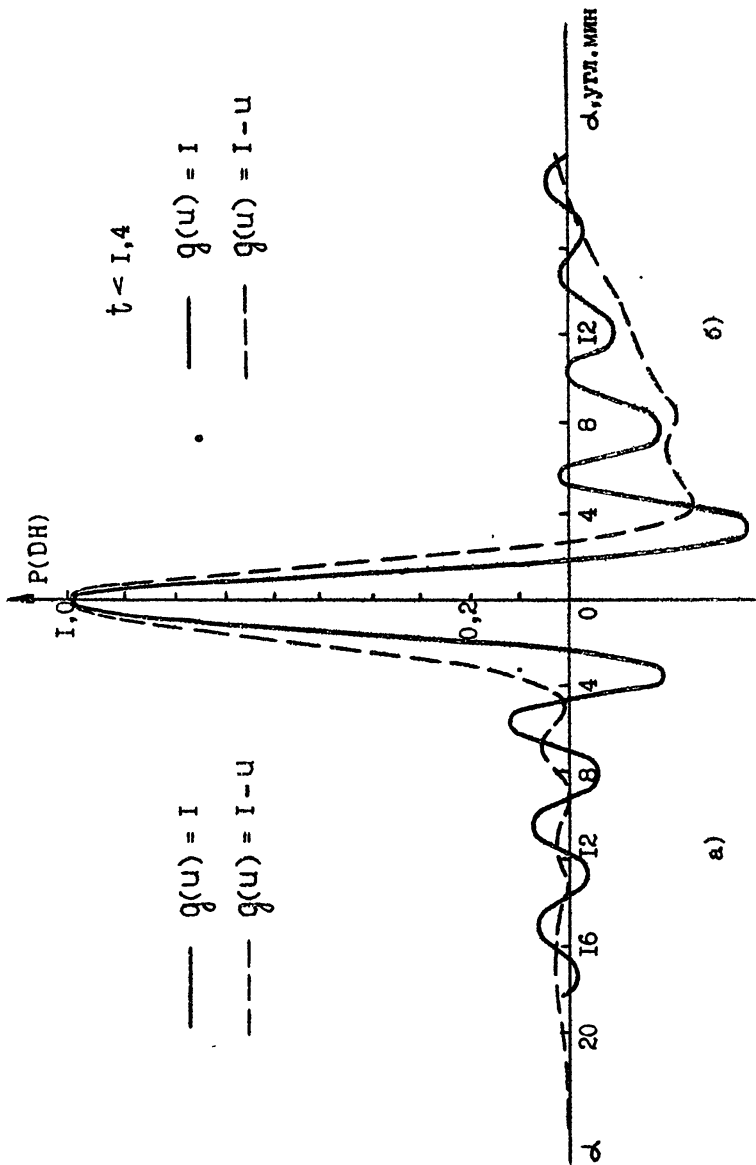
2.2. Экспериментальные результаты

В режиме суперсинтеза линейной апертуры проводились наблюдения трех источников: W43, W44 и Солнца - в период осеннего равноденствия с 14 по 30 сентября 1981 г. при изменении его видимого склонения от $+3^\circ$ до -3° .

Из-за особенностей рельефа местности источники могли наблюдаться только на высотах больше $8 - 10^\circ$ и в западном, и в восточном направлениях. Как следствие этого обстоятельства, области реализуемых пространственных частот на (u, v) -плоскости имели значительный пробел около нуля, что существенно ухудшило характеристики синтезируемой апертуры и усложнило возможность правильной интерпретации полученных результатов, особенно для слабых источников. Измерения W44 велись во всем секторе часовых углов, т.е. от 0 до 1,53, несмотря на то, что для $t > 1,4$ значения амплитуды и фазы нельзя считать достоверными. Как видно из рис. 1а и 1б, диаграмма направленности синтезированной апертуры без нулевых пространственных частот существенно хуже (большие отрицательные лепестки) диаграммы направленности полной линейной апертуры, что диктовало необходимость получения максимально возможного числа значений спектра пространственных частот, даже искаженных помехами.

Измерения спектра пространственных частот источников проводились в течение 11 часов с момента восхода до захода источника, т.е. данные дублировались измерениями при положительных и отрицательных часовых углах; в различных реализациях количество данных менялось от 60 до 200 значений амплитуды и фазы сигнала - при $N_p = 30$ средние значения A_c и A_s определялись, как правило, по 2-8 измеренным значениям. Дополнение недостающих значений около нуля u (2-5 точек) для источников W43 и W44 осуществлялось двумя способами (для равномерного разбиения интервалов):

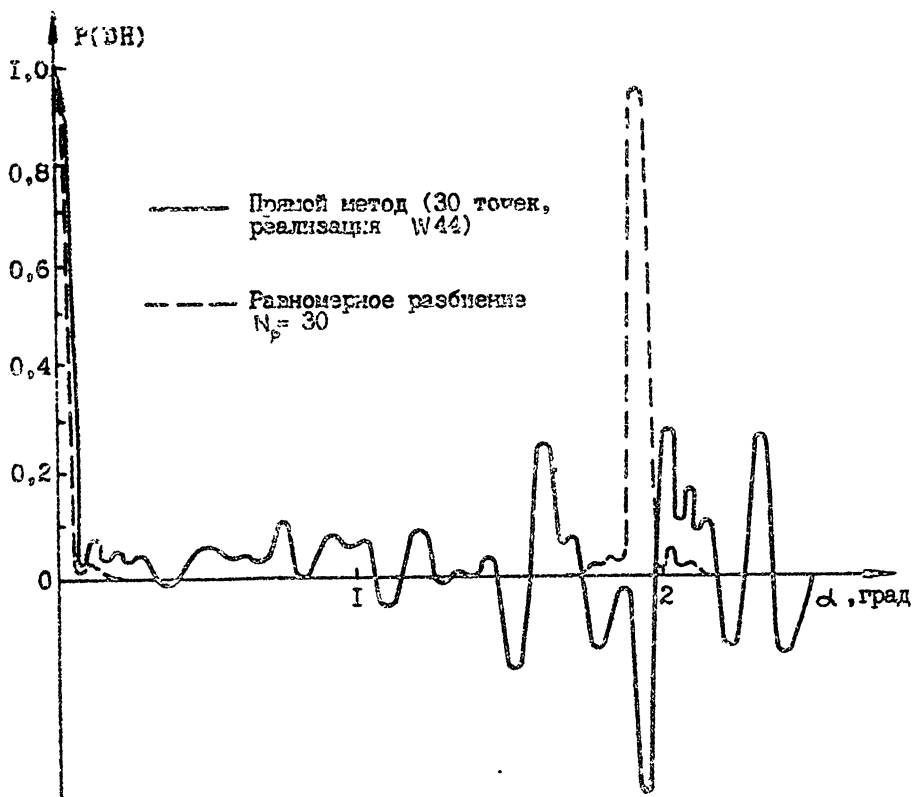
- а) недостающие величины A_c и A_s брались равными последнему измеренному (среднему) значению,
- б) недостающие величины A_c заполнялись последним измеренным



Р и с. I

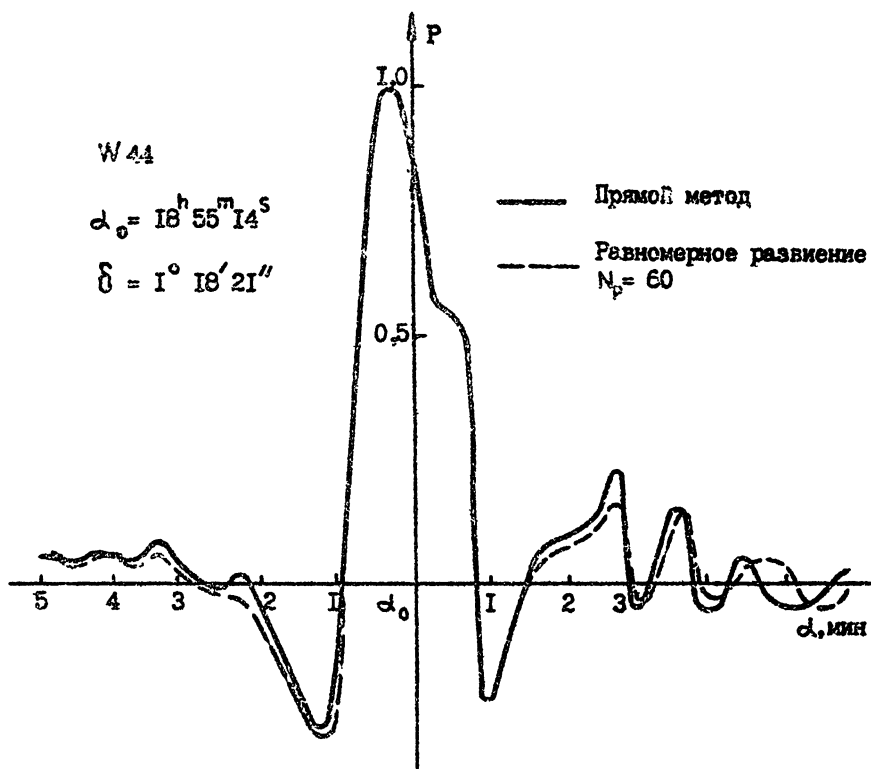
значением, а $\dot{A}_S = 0$ - это условие вызвано тем обстоятельством, что фаза при нулевой пространственной частоте должна равняться нулю.

Обработка данных, т.е. получение стрип-распределения источников, велась, в основном, методом разбиения области пространственных частот на равномерные интервалы (соотношение (10)), поскольку при небольшом числе измеренных данных диаграмма направленности, полученная прямым методом (6), имеет существенно больший уровень боковых лепестков, чем "решеточная" (на рис. 2 приведены диаграммы направленности, полученные прямым методом по 30 точкам одной из реализаций W44, и диаграмма направленности решетки с $N_p = 30$; область исследуемых углов обзора берется равной половине углового расстоя-



Р и с . 2

ния между решеточными максимумами). Из приведенных на рис. 3 стрип-распределений W44, тем не менее, видно, что при большом числе измеренных значений спектра (~ 200 - в нашем случае, т.е. когда $\Delta u < (d/3\lambda)$) результаты обработки двумя способами достаточно близки.



Р и с. 3

Стрип-распределение источника W 43 приводится на рис. 5; из примененных способов дополнения недостающих значений спектра пространственных частот около нуля метод б) (см. выше) более предпочтителен. Полученные стрип-распределения обоих источников могут быть интерпретированы известным распределением источников на небесной сфе-

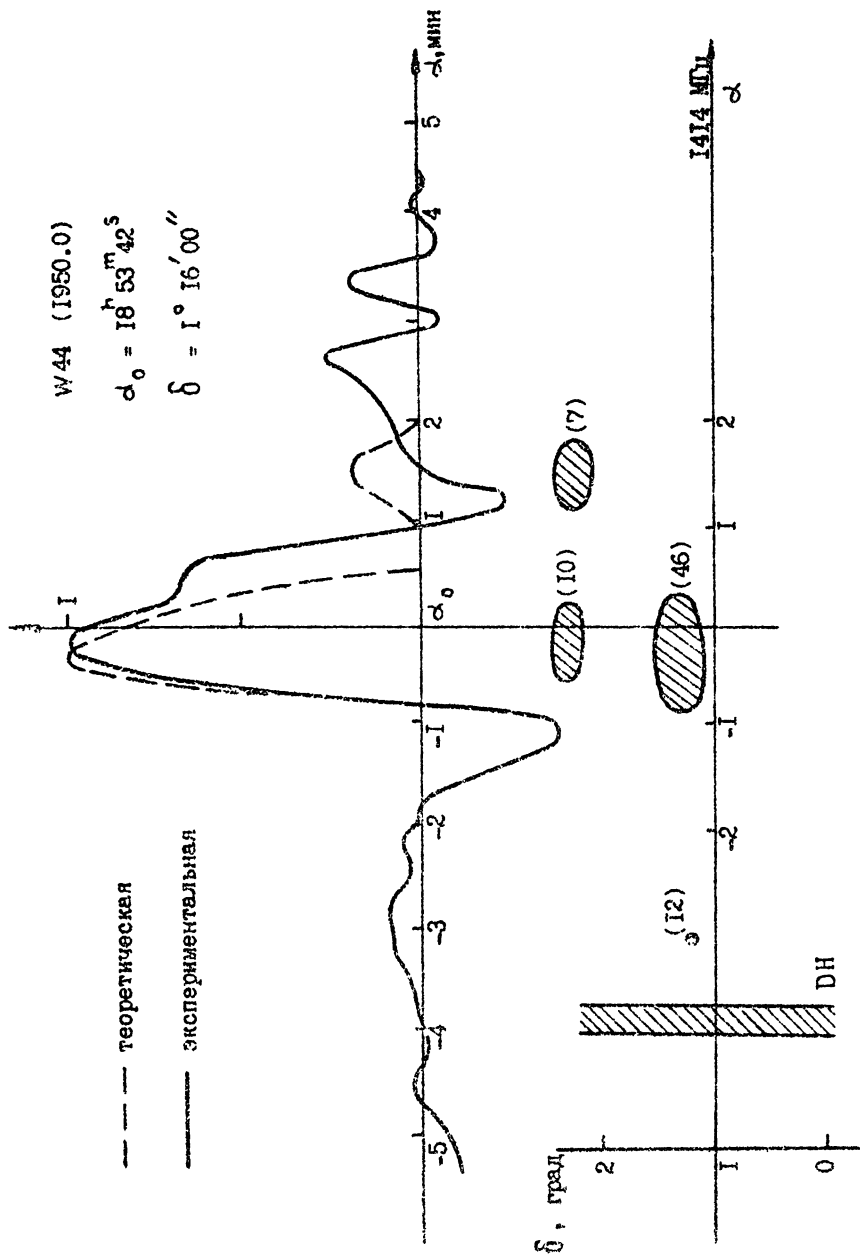


Рис. 4

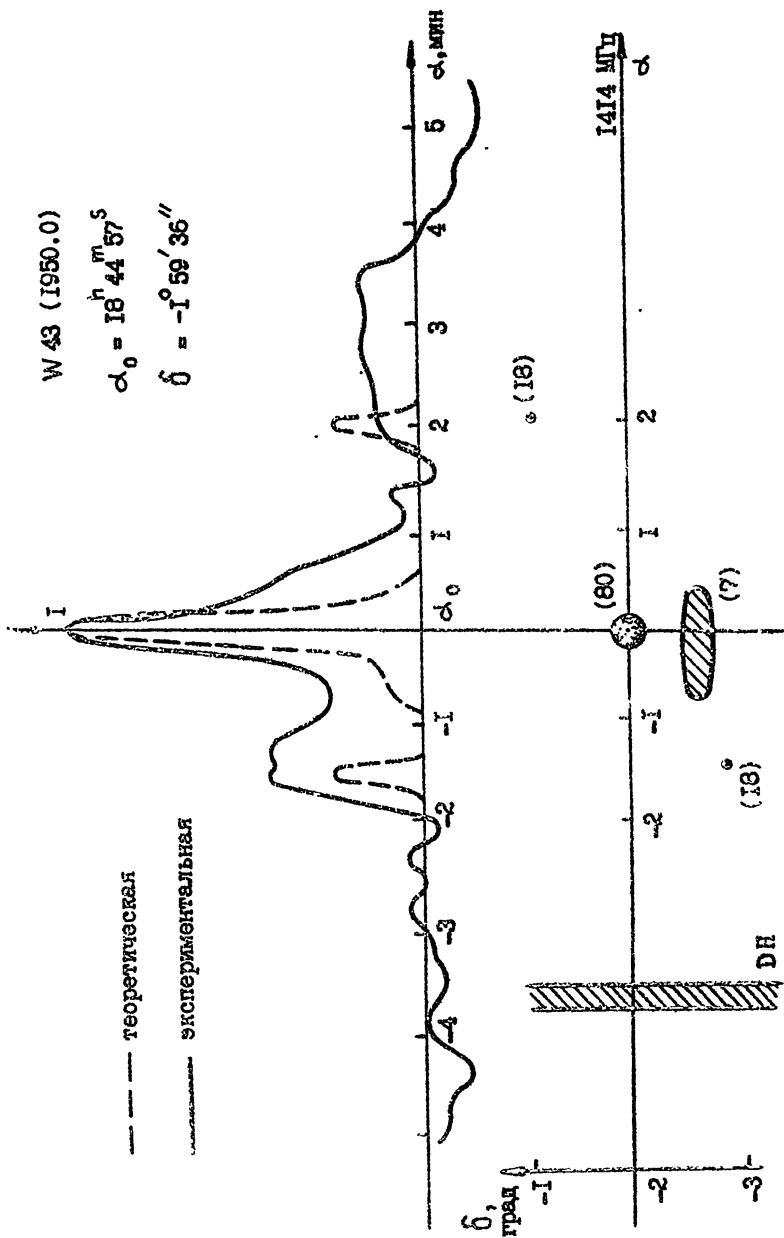
W 43 (1950.0)

$\alpha_0 = 18^h 44^m 57^s$

$\delta = -1^\circ 59' 36''$

--- теоретическая

— экспериментальная



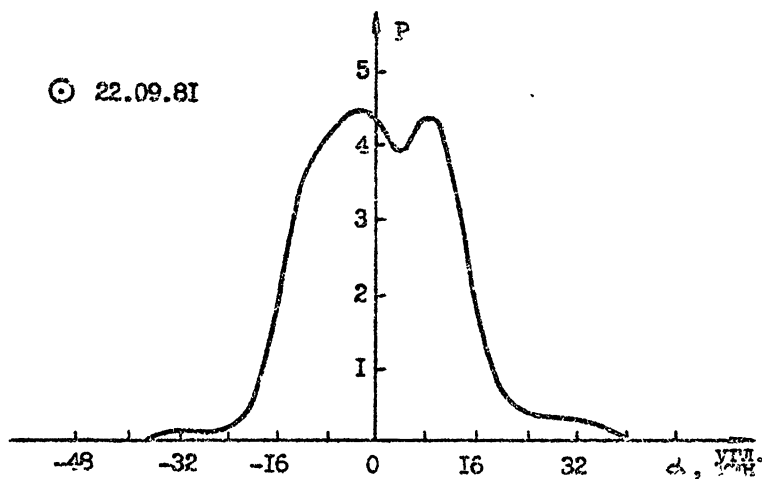
Р и с. 5

ре. (На рис. 4, 5 приводятся карты неба в исследуемом районе на частоте 1414 МГц и возможные (теоретические) стрип-распределения радиояркости.) Однако очевидно, что искажения амплитуды и фазы сигнала при нулевых пространственных частотах велики; для их точного определения требуется ввести в действие третью антенну, позволяющую реализовать интерферометр с базой порядка нескольких диаметров зеркал приёмных антенн. Необходимо также применение более совершенных методов обработки данных.

Измерения распределения радиояркости по диску Солнца проводились по аналогичной методике, за исключением того, что для каждого измерения амплитуды и фазы интерференционного сигнала проводилась калибровка величины общей интенсивности излучения и нормировка амплитуды к этому значению. Таким образом, исключалась кратковременная нестабильность излучения Солнца. Недостающие значения спектра пространственных частот около нуля (либо не измеренные, либо сильно искаженные) заменялись теоретическими величинами, равными значению Λ -функции, являющейся Фурье-преобразованием от функции, постоянной в круге с диаметром, равным диаметру Солнца. Дополнялись обычно 2-3 точки в пределах главного лепестка функции корреляции, что исключало возможность грубых ошибок в спектре; значение амплитуды при нулевой пространственной частоте автоматически получалось равным единице, фаза в пределах главного лепестка Λ -функции погасалась равной нулю. На рис. 6 показано стрип-распределение радиояркости по диску Солнца 22 сентября 1981 г. (склонение близко к 0°), диаграмма направленности имеет вид, близкий к диаграмме направленности рис. 1а. На рис. 7 дано полученное распределение радиояркости для случая мощной вспышки на Солнце в момент, соответствующий примерно середине 6-часового интервала наблюдений. Из приведенных данных видно, что измерения по Солнцу возможны, но требуют тщательного контроля состояния его активности и дополнительных теоретических исследований для коррекции искажений, вызванных перемещением источников на поверхности из-за вращения Солнца вокруг оси.

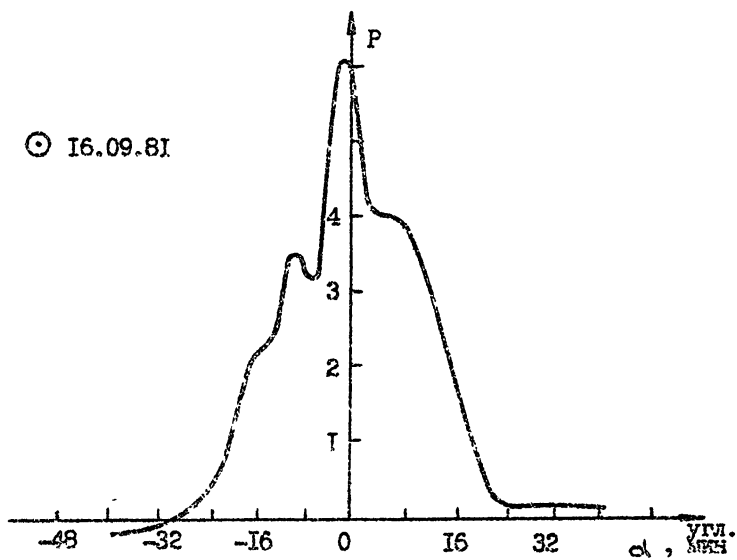
Основными результатами проведенных измерений можно считать успешное решение задач разработки и создания радиоастрономического инструмента апертурного синтеза, в том числе создания и апробации алгоритмов и программ записи и обработки данных на ЭВМ типа "Электроника ДЗ-28" и БЭСМ-6.

© 22.09.81



Р и с. 6

© 16.09.81



Р л с. 7

2.3. Программы обработки данных

Пакет программы обработки результатов измерений для получения стрип-распределения радиояркости по исследуемому источнику излучения состоит, в основном, из программ Фурье-преобразования по соотношениям (6) и (10), применяемых к массиву информации, полученному в результате эксперимента, как описано в первой части данной работы. В простейшем варианте эти программы разработаны для микро-ЭВМ с целью получения предварительной информации об источнике для контроля работы инструмента. В более детальном варианте программы используются в ЭВМ БЭСМ-6, на которой возможно более быстрое и эффективное рассмотрение различных вариантов обработки данных и вывод получаемых зависимостей на графопостроитель по системе ГРАФОР.

Массив измеренных данных (t, A, φ) в памяти ЭВМ ДЗ-28 располагается последовательно (начиная с РгП, номер которого указан в РгП 025) после считывания с МЛ и распаковки соответствующего файла. Дополнительные величины, используемые при расчетах, занимают незначительную часть памяти:

РгП 000-019 - рабочие

020 - $N_p - I$ (N_p - число разбиений интервала реализованных пространственных частот),

021 - δ - склонение источника,

022 - номер РгП, с которого записан массив часовых углов t ,

023 - $(-\chi)$ - отклонение базы от линии восток-запад,

024 - количество чисел в массиве N ,

025 - номер РгП, с которого записан массив (t, A, φ) ,

026 - номер РгП, с которого записан массив (A_c, A_s) ,

027 - 0 или 1 (значение β),

028 - A_0 максимальное (нормировочное) значение амплитуды принятого сигнала,

029 - дискрет по углу сканирования синтезированной ножевой диаграммы направленности $\Delta\eta = (I/N_p) \cos \delta_0 (\alpha - \alpha_0)$
(0,0145 рад.),

030-032 - параметры базы интерферометра (L_s, M_s, N_s) в град.,

033,034 - $\cos \delta, \sin \delta$,

035 - номер РгП, с которого заносятся вычисленные значения распределения радиояркости (результаты Фурье-преобразования),

036 - $(2k + 1)$.

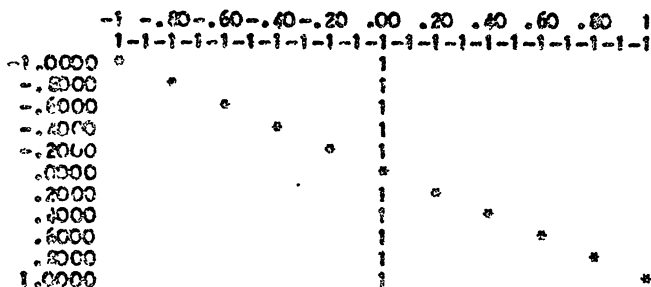
Пакет программ обработки состоит из нескольких основных и сервисных программ; часть из них приводится в работах [3, 4] и здесь опущена.

- п/п 0000 - определение значений часовых углов по соотношению (7) при использовании метода дискретизации,
- п/п 0001 - преобразование значений A и φ в A_C и A_S ,
- п/п 0002 - вычисление коэффициентов A_n^C и A_n^S по соотношениям (9), либо \bar{A}_n и $\bar{\varphi}_n$,
- п/п 0006 - суммирование в заданном интервале (является вспомога- тельной для п/п 0002),
- п/п 0007 - нормировка массива чисел к максимальному значению,
- п/п 0201 - вычисление коэффициентов Фурье-ряда (10) ($q = I - n/N$),
- п/п 0202 - вычисление коэффициентов Фурье-ряда (10),
- п/п 0203 - вычисление значений весовой функции вида $[1 - \beta \cos(t + \chi)]$,
- п/п 0602 - преобразование значений фазы φ для усреднения в заданном интервале,
- п/п 0700 - вычисление Фурье-преобразования в методе дискретизации по соотношениям (10). В программе предусмотрены три остано- ва: 1) при $RgX = 0$ производится вычисление по соот- ношению (10'), при $RgX \neq 0$ по соотношению (10); 2) на RgX необходимо задать величину K , определяющую число вычисляемых значений распределения радиояркости ($2K - I$); 3) на RgX высвечивается значение ($-K$), определя- ющее начальную координату выводимых данных, при необхо- димости эту координату можно сдвинуть в любую сторону, набрав на RgX соответствующее значение, при этом общая длина массива сохраняется,
- п/п 0701 - вычисление Фурье-преобразования при прямом методе по со- отношениям (5), (6). В программе предусмотрены 4 остано- ва: 1) выбор весовой функции: при $RgX = 0$ работает п/п 0203 ($q = I - u$), при $RgX \neq 0$ предусмотрена работа п/п 0204 (> 0), 0205 (< 0), в которых могут быть за- программированы весовые функции по усмотрению экспери- ментатора; 2) $RgX = N$ - общая длина массива; 3) $RgX = K$, 4) $RgX = -K$ (см. описание п/п 0700),
- п/п 0703 - построение графиков на ПМ "Консул"; используется для ка- чественной оценки полученных результатов. Массив выводимых на график данных ограничивается только объемом па-

MAXIMUM 5.00000
 MINIMUM -5.00000

a)

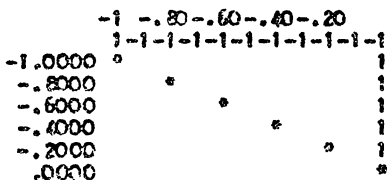
ЭЛГ .1000



MAXIMUM .00000
 MINIMUM -5.00000

b)

ЭЛГ .1000



MAXIMUM 10.00000
 MINIMUM .00000

в)

ЭЛГ .0400

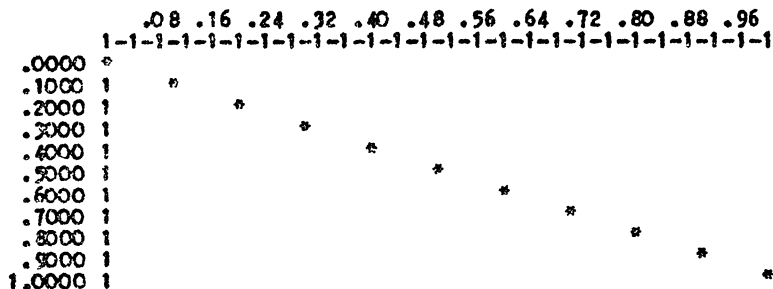


Рис. 8

MAXIMUM .22118
 MINIMUM -.09542

ШАГ .0666

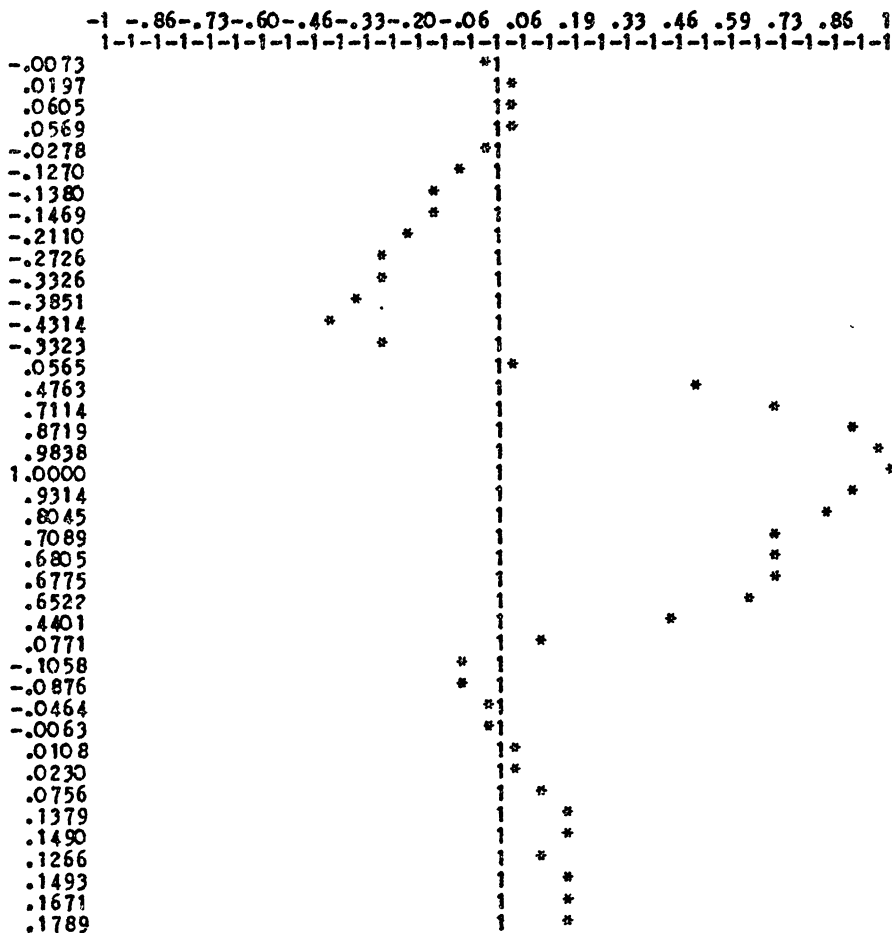


Рис. 9

мяти ЭВМ и записывается в ячейки памяти, номер которой заносится в РгП 035. Шаг по оси абсцисс равномерный, определяется шагом каретки ПМ (значения аргумента в памяти не хранятся). Первоначально программа отыскивает максимальное (для нормировки) и минимальное значения в массиве данных, распечатывает их и выходит на "останов". На РгХ необходимо задать число разбиений интервала ($0 + I$) или ($-I + 0$), по этому значению автоматически определяется цена деления (шаг) по оси ординат. Если весь массив чисел одного знака, то график строится в интервале ($0 + -I$). На рис. 8 приводятся примеры печати графиков линейной функции с различными по знаку массивами чисел и различным шагом по оси ординат. На рис. 9 - пример распечатки одной из реализаций стрип-распределения радиояркости радиосточника W44.

В Приложении 2^а приводится программа БПФ (быстрого преобразования Фурье) для обработки больших массивов информации, которая является самостоятельной и не связана с описываемыми пакетами программ. Алгоритмы вычислений см., например, в [10].

Тексты программ в машинных кодах ЭВМ "Электроника ДЗ-28" приводятся в Приложении 2.

3. ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

П/П 0105

УРОВЕНЬ 0; РАВ.РТП: 005, 019;
 НР: РГХ - ТЕКУЩЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ПАРАМЕТРА;
 РГУ - ПРЕДЫДУЩЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ПАРАМЕТРА;
 КР: РГХ - ТЕКУЩЕЕ ИЗМЕНЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПАРАМЕТРА;
 РГУ - СОХРАНЯЕТСЯ

01231	04 08	01239	04 05	01247	04 00	01255	14 02
01232	01 05	01240	01 09	01248	00 05	01256	00 11
01233	04 04	01241	07 11	01249	14 02	01257	12 15
01234	00 05	01242	05 08	01250	00 15	01258	04 05
01235	12 15	01243	14 03	01251	07 11	01259	00 05
01236	04 05	01244	00 07	01252	05 07	01260	05 11
01237	00 05	01245	04 00	01253	14 03		
01238	06 01	01246	00 05	01254	00 03		

МП: 336

П/П 0106

УРОВЕНЬ 0; РАВ.РТП: 001, 012-014, 059-061, 066-068;
 НР: РГХ → 1 ИЛИ (-1) (НЕКОРРЕКТИРОВАННЫЕ ДАННЫЕ);
 КР: РГХ, РГУ - СОХРАНЯЮТСЯ; ЗАПИСЬ D, T В РТП 012, A, Ф - В РТП 013,
 e_A, e_B - В РТП 014

01261	04 08	01282	06 06	01303	07 04	01324	04 00
01262	01 06	01283	07 05	01304	06 08	01325	00 13
01263	04 04	01284	06 00	01305	04 12	01326	04 05
01264	00 01	01285	06 05	01306	04 04	01327	05 09
01265	07 01	01286	04 12	01307	04 00	01328	04 12
01266	04 04	01287	04 07	01308	00 13	01329	07 02
01267	00 12	01288	04 00	01309	04 05	01330	06 08
01268	04 04	01289	00 12	01310	06 07	01331	04 12
01269	00 13	01290	04 05	01311	04 12	01332	04 05
01270	04 04	01291	00 12	01312	04 04	01333	04 00
01271	00 14	01292	04 15	01313	04 12	01334	00 14
01272	04 05	01293	00 01	01314	07 10	01335	04 05
01273	06 01	01294	04 12	01315	14 03	01336	06 00
01274	04 12	01295	04 10	01316	00 06	01337	04 12
01275	07 06	01296	05 14	01317	07 11	01338	04 05
01276	06 08	01297	07 11	01318	06 04	01339	04 00
01277	04 12	01298	04 04	01319	07 01	01340	00 14
01278	04 06	01299	00 12	01320	06 00	01341	12 15
01279	04 00	01300	04 05	01321	06 05	01342	04 05
01280	00 12	01301	06 08	01322	04 12	01343	00 01
01281	04 15	01302	04 12	01323	04 05	01344	05 11

МП: 949

П/П 0107

УРОВЕНЬ 0; РАВ.РТП: 012-014;
 КР: РГХ, РГУ - СОХРАНЯЮТСЯ; ЗАПИСЬ ДАННЫХ В РТП 059 (e_A),
 060 (e_B), 061 (D), 066 (T), 067(Ф), 068 (A)

01345	04 08	01365	06 01	01385	04 04	01405	06 08
01346	01 07	01366	07 05	01386	06 08	01406	04 12
01347	04 05	01367	07 10	01387	06 05	01407	04 05
01348	00 12	01368	07 06	01388	04 12	01408	06 01
01349	06 07	01369	07 11	01389	07 05	01409	04 12
01350	06 04	01370	06 01	01390	06 04	01410	07 03
01351	07 01	01371	06 05	01391	07 01	01411	04 04
01352	06 01	01372	04 12	01392	06 06	01412	05 09
01353	04 01	01373	07 07	01393	05 07	01413	06 05
01354	00 13	01374	04 04	01394	06 01	01414	04 12
01355	04 01	01375	06 06	01395	06 05	01415	07 05
01356	00 14	01376	04 05	01396	04 12	01416	04 04
01357	06 05	01377	00 13	01397	07 04	01417	06 00
01358	04 12	01378	06 04	01398	04 04	01418	12 15
01359	07 06	01379	04 12	01399	06 07	01419	04 05
01360	06 08	01380	07 04	01400	04 05	01420	00 12
01361	04 12	01381	06 08	01401	00 14	01421	06 08
01362	04 06	01382	04 12	01402	06 04	01422	05 11
01363	06 01	01383	04 04	01403	04 12		
01364	04 04	01384	06 01	01404	07 05		

ИП: 905

Л/П ОНО.

ИРСВЕНЬ 2 (0005*, 0107, 0108⁺); (0005); 0111(0005, 0213*), 0113*, 0213*)
 РАВ. РП: 002, 003, 012-014, 026, 045, 059-061, 066-068;
 ИР: РПХ, РПУ НЕ ОХРАНЯЮТСЯ; ПЕЧАТЬ ПОЛУЧЕННОЙ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ
 ИНФОРМАЦИИ

01437	04 08	01460	01 13	01483	00 13	01506	04 11
01438	01 10	01461	02 07	01484	07 01	01507	04 02
01439	01 11	01462	04 15	01485	06 00	01508	04 05
01440	04 15	01463	00 02	01486	05 05	01509	06 08
01441	04 05	01464	07 01	01487	04 04	01510	04 11
01442	07 01	01465	06 01	01488	00 14	01511	03 04
01443	06 00	01466	05 05	01489	01 07	01512	04 05
01444	05 05	01467	06 04	01490	04 02	01513	05 09
01445	00 05	01468	07 01	01491	06 01	01514	04 11
01446	01 08	01469	06 00	01492	04 05	01515	02 02
01447	00 05	01470	05 05	01493	06 01	01516	04 05
01448	02 12	01471	04 04	01494	04 12	01517	06 00
01449	06 06	01472	00 03	01495	07 11	01518	04 11
01450	14 01	01473	00 05	01496	14 03	01519	02 04
01451	06 10	01474	07 01	01497	01 12	01520	04 05
01452	06 12	01475	06 00	01498	04 11	01521	00 03
01453	10 00	01476	05 05	01499	03 06	01522	05 09
01454	02 07	01477	04 04	01500	04 05	01523	14 02
01455	00 00	01478	00 12	01501	06 06	01524	03 03
01456	04 05	01479	07 01	01502	04 11	01525	05 11
01457	02 06	01480	06 00	01503	01 03		
01458	04 11	01481	05 05	01504	04 05		
01459	02 00	01482	04 04	01505	06 07		

ИП: 884

*) Л/П ОНО - ПЕЧАТЬ ДАТЫ (ТЕКСТ НЕ ПРИВОДИТСЯ)

Звездочкой отмечены программы, приведенные в работах [3, 4]

П/П С111

УРОВЕНЬ 1 (0005*, 0213*); РАВ.РГП: 002, 006, 045;
КР: РГХ, РГУ НЕ СОХРАНЯЮТСЯ. В РГП 002 СОДЕРЖИТСЯ НОМЕР РГП, В КОТО-
РОМ ЗАПИСАН НОМЕР ФАЙЛА. ПРИ ОТСУТСТВИИ ФАЙЛА С ЗАДАННЫМ НОМЕРОМ
ПЕЧАТЬ СООБЩЕНИЯ "НЕТ ФАЙЛА".

01526	04 08	01537	04 14	01548	14 03	01559	06 05
01527	01 11	01538	00 02	01549	00 03	01560	07 04
01528	04 15	01539	07 03	01550	05 14	01561	10 00
01529	04 05	01540	04 00	01551	05 11	01562	06 06
01530	05 05	01541	00 02	01552	14 08	01563	14 01
01531	04 12	01542	04 15	01553	03 02	01564	06 10
01532	07 11	01543	00 02	01554	14 02	01565	06 12
01533	14 03	01544	05 05	01555	01 00	01566	14 01
01534	01 06	01545	04 15	01556	00 05	01567	00 00
01535	04 13	01546	02 06	01557	02 13	01568	05 15
01536	12 02	01547	05 09	01558	14 14		

ИП: 534

П/П 0305

УРОВЕНЬ 1 (0005*, 0104*, 0113*, 0213*);
РАВ.РГП: 024, 026, 045;
НР: НА РГХ - ДЛИНА ФАЙЛА (N ЗАП);
КР: РГХ, РГУ СОХРАНЯЮТСЯ; ФАЙЛ ОТКРЫТ (СМ. ТЕКСТ)

03175	04 08	03200	06 02	03225	02 06	03250	10 00
03176	03 05	03201	07 01	03226	05 04	03251	02 07
03177	04 14	03202	06 00	03227	07 01	03252	00 00
03178	00 05	03203	04 05	03228	06 00	03253	04 05
03179	04 04	03204	00 08	03229	04 05	03254	02 06
03180	00 06	03205	06 00	03230	02 04	03255	04 11
03181	04 15	03206	04 14	03231	05 04	03256	02 00
03182	04 05	03207	00 09	03232	07 01	03257	01 13
03183	05 05	03208	01 04	03233	06 00	03258	02 07
03184	06 04	03209	04 15	03234	04 05	03259	04 05
03185	07 03	03210	00 08	03235	00 09	03260	00 08
03186	06 02	03211	07 01	03236	05 04	03261	04 11
03187	07 02	03212	06 00	03237	07 01	03262	08 00
03188	06 00	03213	04 05	03238	05 00	03263	04 05
03189	04 05	03214	00 09	03239	04 15	03264	00 09
03190	04 05	03215	05 04	03240	04 05	03265	04 11
03191	06 00	03216	04 05	03241	07 01	03266	04 00
03192	04 14	03217	00 08	03242	05 00	03267	04 15
03193	00 07	03218	06 06	03243	00 05	03268	00 05
03194	05 05	03219	05 04	03244	00 05	03269	04 05
03195	04 04	03220	04 15	03245	02 13	03270	00 06
03196	00 08	03221	00 07	03246	06 06	03271	05 11
03197	04 15	03222	07 01	03247	14 01		
03198	00 06	03223	06 00	03248	06 10		
03199	07 03	03224	04 05	03249	06 12		

ИП: 924

УРОВЕНЬ 2 (0005*, 0105-0107, 0111(0005*, 0213*), 0113*, 0213*);
 РАВ.РПГ: 002-004, 007-016, 019, 026, 059-061, 066-068;
 КР: РТХ, РТУ НЕ СОХРАНЯЕТСЯ, ЗАПИСЬ В ФАЙЛ С ПЕЧАТЬЮ СООБЩЕНИЯ О
 ПРОИЗВЕДЕННОЙ ЗАПИСИ.

ЕСЛИ НОМЕР РПГ. В КТОРИЙ ЗАПИСЫВАЕТСЯ ИНФОРМАЦИЯ, ПРЕВЫШАЕТ
 ГРАНИЦУ ФАЙЛА. ПЕЧАТЬ СООБЩЕНИЯ "ЮНЕК".

03272	04 08	03317	00 09	03362	04 04	03407	04 05
03273	03 06	03318	04 15	03363	06 06	03408	00 14
03274	01 11	03319	01 06	03364	04 05	03409	05 04
03275	04 15	03320	07 02	03365	00 07	03410	04 05
03276	00 02	03321	06 01	03366	04 04	03411	00 15
03277	07 03	03322	05 05	03367	06 08	03412	06 06
03278	06 01	03323	04 04	03368	04 05	03413	05 04
03279	05 05	03324	00 12	03369	00 08	03414	04 04
03280	04 04	03325	07 01	03370	04 04	03415	00 04
03281	00 15	03326	06 00	03371	05 09	03416	07 01
03282	06 04	03327	05 05	03372	04 05	03417	06 00
03283	05 05	03328	04 04	03373	00 09	03418	05 05
03284	04 04	03329	00 13	03374	04 04	03419	04 04
03285	01 06	03330	07 01	03375	06 00	03420	00 03
03286	06 04	03331	06 00	03376	14 03	03421	00 05
03287	07 03	03332	05 05	03377	00 11	03422	00 05
03288	06 01	03333	04 04	03378	05 15	03423	04 15
03289	04 05	03334	00 14	03379	04 12	03424	00 04
03290	00 15	03335	01 07	03380	06 11	03425	05 08
03291	05 07	03336	07 12	03381	14 03	03426	14 03
03292	14 03	03337	07 01	03382	00 06	03427	01 10
03293	05 05	03338	07 02	03383	07 12	03428	02 13
03294	04 05	03339	04 04	03384	07 02	03429	15 10
03295	06 01	03340	01 09	03385	07 04	03430	15 00
03296	04 04	03341	04 15	03386	01 00	03431	10 00
03297	00 04	03342	06 01	03387	06 01	03432	02 07
03298	04 05	03343	04 05	03388	07 01	03433	00 00
03299	06 06	03344	00 04	03389	07 11	03434	04 05
03300	04 04	03345	01 05	03390	01 06	03435	02 06
03301	00 10	03346	04 04	03391	04 15	03436	04 11
03302	04 05	03347	06 01	03392	00 15	03437	02 00
03303	06 07	03348	07 01	03393	05 05	03438	01 13
03304	04 04	03349	07 03	03394	06 04	03439	02 07
03305	00 11	03350	07 00	03395	07 01	03440	04 05
03306	04 05	03351	04 04	03396	06 00	03441	00 15
03307	06 08	03352	01 09	03397	04 05	03442	04 11
03308	04 04	03353	04 15	03398	00 12	03443	07 00
03309	00 07	03354	06 07	03399	05 04	03444	06 04
03310	04 05	03355	04 05	03400	07 01	03445	05 05
03311	05 09	03356	00 11	03401	06 00	03446	04 11
03312	04 04	03357	01 05	03402	04 05	03447	05 00
03313	00 08	03358	04 04	03403	00 13	03448	04 05
03314	04 05	03359	06 07	03404	05 04	03449	00 03
03315	06 00	03360	04 05	03405	07 01	03450	04 11
03316	03 03	03361	00 10	03406	06 00	03451	05 00

03452 05 11	03455 06 15	03458 06 03
03453 02 13	03456 14 14	03459 00 00
03454 14 11	03457 06 05	03460 05 11

ИП: 1936

П/П ОЗВ

УРОВЕНЬ 1 (0002*, 0005*, 0106, 0107, 0113*, 0213*);
 РАВ.РП: 002, 003, 006-012, 016, 044, 045, 047, 059-061, 066-068;
 КР: РГХ, РГУ НЕ СОХРАНЯЮТСЯ; ПЕЧАТЬ ОТКОРРЕКТИРОВАННЫХ ДАННЫХ;
 ПРИ ОШИБКАХ ПАМЯТИ ЭЕМ ПЕЧАТЬ СОСЛЕНИЯ "КОРРЕКЦИЯ НЕВОЗМОЖНА".

03461 04 08	03504 01 07	03547 04 14	03590 04 05
03462 03 08	03505 05 05	03548 00 09	03591 00 10
03463 00 05	03506 06 04	03549 04 15	03592 04 04
03464 00 05	03507 05 05	03550 00 08	03593 00 15
03465 02 13	03508 04 04	03551 04 05	03594 04 15
03466 14 11	03509 00 06	03552 00 09	03595 00 09
03467 03 00	03510 07 02	03553 05 07	03596 07 03
03468 07 02	03511 06 00	03554 14 03	03597 06 01
03469 07 02	03512 04 14	03555 09 11	03598 05 05
03470 06 05	03513 00 07	03556 06 04	03599 04 04
03471 14 11	03514 04 15	03557 05 05	03600 00 11
03472 06 03	03515 00 06	03558 04 15	03601 07 04
03473 06 09	03516 04 05	03559 06 01	03602 06 00
03474 07 01	03517 00 07	03560 05 08	03603 05 05
03475 10 00	03518 05 07	03561 14 03	03604 06 04
03476 00 00	03519 14 03	03562 08 15	03605 04 05
03477 07 00	03520 12 03	03563 04 15	03606 00 11
03478 04 04	03521 06 04	03564 00 09	03607 06 01
03479 01 06	03522 05 05	03565 07 04	03608 06 06
03480 04 15	03523 04 04	03566 06 01	03609 04 02
03481 04 05	03524 00 12	03567 05 05	03610 00 10
03482 05 05	03525 07 01	03568 00 02	03611 06 05
03483 04 04	03526 06 00	03569 06 04	03612 04 00
03484 00 02	03527 05 05	03570 04 05	03613 00 10
03485 07 01	03528 04 04	03571 06 01	03614 04 05
03486 04 04	03529 00 13	03572 00 02	03615 00 10
03487 00 03	03530 07 01	03573 06 06	03616 04 01
03488 04 15	03531 06 00	03574 06 01	03617 06 07
03489 00 02	03532 05 05	03575 04 14	03618 04 15
03490 04 05	03533 04 04	03576 00 10	03619 00 09
03491 00 03	03534 00 14	03577 04 04	03620 07 02
03492 05 07	03535 01 07	03578 00 11	03621 06 01
03493 14 03	03536 04 12	03579 04 15	03622 05 05
03494 14 02	03537 07 10	03580 00 09	03623 04 04
03495 06 04	03538 14 03	03581 05 05	03624 00 10
03496 07 03	03539 10 11	03582 00 02	03625 07 04
03497 06 02	03540 04 15	03583 06 04	03626 06 00
03498 07 01	03541 04 04	03584 04 05	03627 05 05
03499 06 01	03542 05 05	03585 00 11	03628 06 04
03500 04 05	03543 04 04	03586 06 01	03629 04 05
03501 04 05	03544 00 08	03587 06 05	03630 00 10
03502 06 00	03545 07 08	03588 04 03	03631 06 01
03503 04 14	03546 06 00	03589 00 10	03632 06 06

03633	04 02	03660	07 01	03687	04 05	03714	12 08
03634	00 15	03661	06 00	03688	06 07	03715	07 01
03635	06 05	03662	04 05	03689	04 11	03716	04 00
03636	04 00	03663	00 14	03690	05 02	03717	00 03
03637	00 15	03664	05 04	03691	04 05	03718	14 02
03638	04 05	03665	00 05	03692	06 08	03719	14 07
03639	04 07	03666	04 11	03693	04 11	03720	04 05
03640	04 03	03667	12 03	03694	01 04	03721	01 06
03641	00 15	03668	01 13	03695	04 05	03722	04 12
03642	04 05	03669	02 07	03696	05 09	03723	06 11
03643	00 15	03670	04 15	03697	04 11	03724	14 03
03644	04 03	03671	01 07	03698	05 02	03725	00 13
03645	06 08	03672	07 01	03699	04 05	03726	02 13
03646	07 01	03673	06 00	03700	06 00	03727	14 14
03647	04 04	03674	05 05	03701	04 11	03728	06 05
03648	01 06	03675	04 11	03702	03 04	03729	07 07
03649	01 06	03676	02 00	03703	14 03	03730	03 00
03650	04 15	03677	01 13	03704	00 06	03731	15 10
03651	00 07	03678	02 07	03705	07 04	03732	14 13
03652	04 05	03679	04 05	03706	04 00	03733	03 00
03653	00 12	03680	06 01	03707	00 09	03734	15 06
03654	05 04	03681	04 11	03708	14 02	03735	14 14
03655	07 01	03682	03 07	03709	10 00	03736	14 01
03656	06 00	03683	04 05	03710	07 03	03737	00 00
03657	04 05	03684	06 06	03711	04 00	03738	05 11
03658	00 13	03685	04 11	03712	00 07		
03659	05 04	03686	03 03	03713	14 02		

ИП: 2962

П/П 0610

УРОВЕНЬ 0; РАВ.РП: 025;

КР: РГХ, РГУ НЕ СОХРАНЯЮТСЯ: ЗАПИСЬ ДАННЫХ В РП 031, 044-046.

03739	04 08	03749	06 00	03759	07 00	03769	06 00
03740	06 10	03750	04 05	03760	05 04	03770	07 03
03741	07 02	03751	02 05	03761	04 04	03771	07 06
03742	07 00	03752	05 04	03762	03 01	03772	07 00
03743	07 00	03753	07 03	03763	07 01	03773	05 04
03744	04 04	03754	07 00	03764	06 00	03774	04 04
03745	04 04	03755	07 00	03765	04 05	03775	04 06
03746	06 04	03756	04 04	03766	02 05	03776	05 15
03747	05 04	03757	04 05	03767	05 04		
03748	07 01	03758	06 04	03768	07 01		

ИП: 334

П/Л 0000

УРОВЕНЬ 0; РЕГИСТР: P1

РАБ.РТИ: 002, 004, 020, 022, 023

КР: РТХ = N-1

КР: РТХ, РТУ НЕ СОХРАНЯЮТСЯ; ЗАПИСЬ МАССИВА ДАННЫХ, НАЧИНАЯ С РТИ,
НОМЕР КОТОРОГО УКАЗАН В РТИ 022; РТИ 020 = N-1.

00001	04 08	00012	12 01	00023	08 06	00034	04 01
00002	00 00	00013	04 05	00024	04 15	00035	00 02
00003	04 04	00014	02 02	00025	02 03	00036	14 08
00004	02 00	00015	04 04	00026	06 00	00037	03 01
00005	04 04	00016	00 04	00027	06 05	00038	14 02
00006	00 02	00017	04 15	00028	04 15	00039	01 06
00007	06 04	00018	00 02	00029	00 04	00040	05 11
00008	07 01	00019	04 05	00030	05 04		
00009	06 00	00020	02 00	00031	07 01		ИП: 349
00010	06 05	00021	06 03	00032	04 00		
00011	04 13	00022	06 05	00033	00 04		

П/Л 0001

УРОВЕНЬ 0; РЕГИСТР: P1

РАБ.РТИ: 003, 004, 024, 025

КР: РТХ, РТУ НЕ СОХРАНЯЮТСЯ.

00041	04 08	00052	05 05	00063	06 00	00074	04 05
00042	00 01	00053	06 00	00064	05 05	00075	00 04
00043	04 05	00054	08 02	00065	04 02	00076	05 04
00044	02 04	00055	04 04	00066	00 03	00077	07 03
00045	04 13	00056	00 03	00067	04 02	00078	06 00
00046	12 01	00057	05 05	00068	00 04	00079	14 08
00047	04 05	00058	08 00	00069	04 05	00080	03 01
00048	02 05	00059	08 03	00070	00 03	00081	14 02
00049	06 04	00060	04 04	00071	05 04	00082	01 14
00050	07 01	00061	00 04	00072	07 01	00083	05 11
00051	06 00	00062	07 01	00073	06 01		ИП: 368

П/Л 0002

УРОВЕНЬ 1 (0005*, 0006); РЕГИСТР: P1, P2

ИСПОЛЬЗУЮТСЯ МЕТКИ: 0400, 0401

РАБ.РТИ: 002-008, 016, 017, 020, 022, 024-026

КР: РТХ, РТУ НЕ СОХРАНЯЮТСЯ.

00084	04 08	00091	04 04	00098	00 07	00105	04 05
00085	00 02	00092	00 02	00099	05 05	00106	02 06
00086	04 15	00093	04 04	00100	04 00	00107	04 04
00087	02 02	00094	00 03	00101	00 03	00108	00 08
00088	04 14	00095	07 01	00102	07 02	00109	07 00
00089	00 07	00096	06 00	00103	04 03	00110	04 04
00090	05 05	00097	04 01	00104	00 03	00111	00 06

00112	04 05	00144	04 05	00176	04 11	00208	07 02
00113	02 00	00145	02 04	00177	05 04	00209	04 00
00114	04 13	00146	04 13	00178	04 05	00210	00 08
00115	12 01	00147	12 02	00179	00 03	00211	14 08
00116	04 07	00148	07 00	00180	04 11	00212	03 01
00117	04 01	00149	04 04	00181	05 04	00213	04 07
00118	04 08	00150	01 06	00182	04 05	00214	04 00
00119	04 00	00151	04 04	00183	00 04	00215	04 15
00120	04 15	00152	01 07	00184	04 11	00216	02 00
00121	00 07	00153	04 04	00185	05 01	00217	04 05
00122	05 05	00154	00 04	00186	04 12	00218	00 06
00123	04 04	00155	04 05	00187	07 11	00219	05 07
00124	00 02	00156	02 05	00188	14 03	00220	14 03
00125	07 01	00157	04 04	00189	00 05	00221	01 00
00126	06 00	00158	00 05	00190	04 03	00222	04 05
00127	05 05	00159	00 06	00191	01 06	00223	00 03
00128	04 04	00160	14 08	00192	04 03	00224	04 04
00129	00 03	00161	03 02	00193	01 07	00225	00 02
00130	04 00	00162	14 02	00194	04 15	00226	04 15
00131	00 02	00163	00 04	00195	00 08	00227	00 07
00132	07 01	00164	00 05	00196	04 05	00228	07 01
00133	06 00	00165	07 01	00197	01 06	00229	06 00
00134	05 05	00166	04 00	00198	05 04	00230	04 13
00135	04 00	00167	00 06	00199	04 11	00231	12 01
00136	00 03	00168	04 00	00200	05 04	00232	05 05
00137	07 02	00169	00 07	00201	07 01	00233	04 04
00138	04 03	00170	04 05	00202	06 00	00234	00 03
00139	00 02	00171	00 06	00203	04 05	00235	04 07
00140	04 03	00172	04 11	00204	01 07	00236	04 01
00141	00 03	00173	05 00	00205	05 04	00237	05 11
00142	04 08	00174	04 05	00206	04 11		
00143	04 01	00175	00 02	00207	07 04		

КП: 1297

П/П 0006

УРОВЕНЬ 0;

РАВ.РТИ: 002-005, 016, 017

КР: РГХ, РГУ НЕ СОХРАНЯЮТСЯ.

00285	04 08	00294	00 03	00303	00 05	00312	00 04
00286	00 06	00295	14 03	00304	07 01	00313	05 05
00287	04 15	00296	01 04	00305	06 00	00314	04 00
00288	00 05	00297	04 15	00306	05 05	00315	01 07
00289	05 05	00298	00 03	00307	04 00	00316	07 03
00290	04 15	00299	05 07	00308	01 06	00317	04 00
00291	00 02	00300	14 03	00309	07 01	00318	00 05
00292	05 07	00301	00 15	00310	06 00	00319	05 11
00293	14 03	00302	04 15	00311	04 00		

КП: 331

П/П 0007

УРОВЕНЬ 1 (0005*, 0213*); РЕГИСТР: Ю, РЗ

РАВ.РТИ: 002, 015, 018, 035, 036

КР: ПЕЧАТЬ СЛОВА "МАХИСТА" И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ, ПЕЧАТЬ ОТНОСИТЕЛЬНОГО
МАССЫВА ДАБЧИК.

00320 04 08	00340 00 15	00360 12 09	00380 00 05
00321 00 07	00341 05 05	00361 04 13	00381 00 05
00322 00 05	00342 04 15	00362 05 05	00382 07 05
00323 07 05	00343 00 02	00363 04 13	00383 04 04
00324 04 04	00344 05 07	00364 00 00	00384 01 03
00325 01 08	00345 04 04	00365 04 05	00385 05 05
00326 04 15	00346 00 02	00366 00 02	00386 04 11
00327 03 05	00347 07 01	00367 04 11	00387 03 05
00328 04 14	00348 04 00	00368 05 03	00388 07 01
00329 00 15	00349 00 15	00369 00 05	00389 06 00
00330 05 05	00350 14 08	00370 04 15	00390 04 01
00331 04 04	00351 03 00	00371 03 05	00391 01 09
00332 00 02	00352 1A 02	00372 04 05	00392 14 08
00333 04 05	00353 00 14	00373 00 02	00393 03 03
00334 03 06	00354 00 05	00374 05 03	00394 14 02
00335 04 13	00355 00 05	00375 04 05	00395 01 07
00336 12 03	00356 02 13	00376 01 08	00396 05 11
00337 04 13	00357 04 13	00377 04 12	
00338 12 00	00358 04 01	00378 06 11	ИД: 830
00339 04 15	00359 14 08	00379 14 03	

И/П 0201

УРОВЕНЬ 0; РАВ.РГП: 003, 005, 016
КР: РГХ, РГУ НЕ СОХРАНЯЮТСЯ.

00657 04 08	00663 05 05	00669 05 05	00675 04 05
00658 02 01	00664 08 00	00670 06 04	00676 00 05
00659 04 14	00665 04 00	00671 04 05	00677 06 02
00660 01 06	00666 01 06	00672 01 06	00678 05 11
00661 04 15	00667 07 01	00673 08 03	
00662 00 03	00668 06 00	00674 06 02	ИД: 190

И/П 0202

УРОВЕНЬ 0; РАВ.РГП: 003, 014, 016
КР: РГХ, РГУ НЕ СОХРАНЯЮТСЯ.

00679 04 08	00687 04 04	00695 06 00	00703 06 01
00680 02 02	00688 00 14	00696 05 05	00704 04 05
00681 06 05	00689 04 15	00697 04 15	00705 00 05
00682 08 03	00690 00 03	00698 00 14	00706 06 02
00683 04 04	00691 05 05	00699 06 02	00707 05 11
00684 01 06	00692 04 02	00700 04 05	
00685 06 05	00693 01 06	00701 01 06	ИД: 279
00686 08 02	00694 07 01	00702 06 06	

И/П 0203

УРОВЕНЬ 0; РАВ.РГП: 003, 023, 027
КР: РГХ, РГУ НЕ СОХРАНЯЮТСЯ.

00708 04 08	00713 04 15	00718 06 06	00723 06 01
00709 02 03	00714 02 03	00719 08 03	00724 05 11
00710 04 15	00715 06 00	00720 06 02	
00711 00 03	00716 04 05	00721 07 01	ИП: 171
00712 05 05	00717 02 07	00722 06 06	

П/П 0602

УРОВЕНЬ 1 (0105*): РЕГИСТР: P1
 РАВ.РП: 002, 004, 019, 024, 025
 КР: РГХ, РГУ НЕ СОХРАНЯЮТСЯ.

00810 04 08	00820 06 00	00830 07 03	00840 00 02
00811 06 02	00821 04 14	00831 04 00	00841 04 15
00812 07 01	00822 00 04	00832 00 04	00842 00 04
00813 07 08	00823 05 05	00833 04 15	00843 05 04
00814 07 00	00824 04 04	00834 00 04	00844 14 08
00815 04 04	00825 00 02	00835 05 05	00845 03 01
00816 01 09	00826 04 05	00836 04 15	00846 14 02
00817 04 15	00827 02 04	00837 00 02	00847 01 01
00818 02 05	00828 04 13	00838 01 05	00848 05 15
00819 07 01	00829 12 01	00839 04 04	

ИП: 379

П/П 0700

УРОВЕНЬ 1 (0005*, 0201, 0202); РЕГИСТР: P1, P3
 ИСПОЛЗУЮТСЯ МЕТКИ: 0402, 0403
 РАВ.РП: 002-006, 009, 015, 018, 020, 026-029, 035
 КР: СМ, ТЕКСТ
 КР: РГХ, РГУ НЕ СОХРАНЯЮТСЯ; ПЕЧАТЬ ВЫЧИСЛЕННЫХ ДАННЫХ;
 РП 036 = 2K+1.

00910 04 08	00932 13 02	00954 00 03	00976 07 01
00911 07 00	00933 02 02	00955 04 15	00977 06 06
00912 00 05	00934 05 15	00956 02 00	00978 06 01
00913 04 05	00935 06 04	00957 04 14	00979 04 14
00914 03 05	00936 06 00	00958 00 09	00980 00 05
00915 04 04	00937 07 11	00959 07 01	00981 06 09
00916 00 15	00938 05 15	00960 06 00	00982 07 11
00917 07 00	00939 04 04	00961 04 14	00983 06 04
00918 04 04	00940 00 02	00962 00 04	00984 06 00
00919 03 06	00941 07 01	00963 06 05	00985 04 05
00920 07 06	00942 06 00	00964 04 13	00986 00 09
00921 04 04	00943 06 05	00965 12 01	00987 06 02
00922 01 08	00944 04 13	00966 04 08	00988 04 05
00923 05 15	00945 12 03	00967 04 03	00989 00 02
00924 04 12	00946 04 08	00968 04 15	00990 06 02
00925 06 11	00947 04 02	00969 00 09	00991 04 05
00926 14 03	00948 07 00	00970 04 05	00992 02 09
00927 00 05	00949 04 04	00971 00 04	00993 06 02
00928 13 02	00950 00 06	00972 06 03	00994 04 13
00929 02 01	00951 04 05	00973 04 05	00995 02 09
00930 14 03	00952 02 06	00974 02 07	00996 06 05
00931 00 03	00953 04 04	00975 05 02	00997 04 00

00998 00 06	01011 00 02	01024 06 11	01037 07 01
00999 07 01	01012 04 01	01025 14 03	01038 04 00
01000 04 01	01013 01 08	01026 00 05	01039 00 15
01001 00 09	01014 04 15	01027 00 05	01040 04 00
01002 07 02	01015 00 06	01028 07 05	01041 03 06
01003 04 00	01016 07 02	01029 04 04	01042 14 08
01004 00 03	01017 06 02	01030 01 08	01043 03 03
01005 14 08	01018 04 05	01031 06 05	01044 04 07
01006 03 01	01019 02 08	01032 04 15	01045 04 02
01007 04 07	01020 06 01	01033 00 15	01046 05 15
01008 04 03	01021 04 05	01034 05 04	
01009 07 01	01022 01 08	01035 04 11	ИП: 1368
01010 04 00	01023 04 12	01036 05 05	

П/П 0701

УРОВЕНЬ 1 (0005⁺, 0203, 0204⁺, 0205⁺); РЕГИСТР: P1, P3
 ИСПОЛЬЗУЮТСЯ МЕТКИ: 0502, 0503
 РАВ. P1P: 002-007, 009-012, 015, 018, 023, 025, 028, 029, 035;
 HP: CM. ТЕСТ
 КР: PГХ, PГУ НЕ СОХРАНЯЮТСЯ; ПЕЧАТЬ ВЫЧИСЛЕННЫХ ДАННЫХ;
 PГП 036 = 2K+1.

01047 04 08	01076 00 03	01105 07 01	01134 08 02
01048 07 01	01077 13 02	01106 04 04	01135 04 04
01049 00 05	01078 02 05	01107 00 09	01136 00 11
01050 04 05	01079 05 15	01108 04 05	01137 06 05
01051 03 05	01080 04 04	01109 02 05	01138 08 03
01052 04 04	01081 00 07	01110 01 04	01139 04 15
01053 00 15	01082 06 09	01111 00 03	01140 00 02
01054 07 00	01083 07 11	01112 04 05	01141 06 02
01055 04 04	01084 06 04	01113 00 07	01142 04 05
01056 03 06	01085 06 00	01114 04 13	01143 00 10
01057 07 06	01086 04 14	01115 12 01	01144 06 02
01058 04 04	01087 00 10	01116 04 08	01145 04 05
01059 01 08	01088 05 15	01117 05 03	01146 02 09
01060 05 15	01089 06 04	01118 04 15	01147 06 02
01061 04 12	01090 06 00	01119 00 03	01148 06 05
01062 06 11	01091 07 11	01120 05 05	01149 08 02
01063 14 03	01092 05 15	01121 04 04	01150 04 04
01064 00 05	01093 04 04	01122 00 04	01151 00 12
01065 13 02	01094 00 02	01123 07 03	01152 06 05
01066 02 03	01095 07 01	01124 06 00	01153 08 03
01067 14 03	01096 06 00	01125 04 14	01154 04 04
01068 00 11	01097 06 05	01126 00 03	01155 00 05
01069 04 12	01098 04 13	01127 05 05	01156 04 15
01070 06 10	01099 12 03	01128 04 01	01157 00 03
01071 14 03	01100 04 08	01129 00 04	01158 07 01
01072 00 05	01101 05 02	01130 04 15	01159 06 00
01073 13 02	01102 07 00	01131 02 03	01160 05 05
01074 02 04	01103 04 04	01132 06 00	01161 04 02
01075 14 03	01104 00 06	01133 06 05	01162 00 05

+) CM. ТЕСТ

01159	07 01	01181	04 13	01199	03 08	01217	06 05
01164	06 00	01182	02 09	01200	04 15	01218	04 15
01165	05 05	01183	04 05	01201	00 06	01219	00 15
01166	04 15	01184	00 05	01202	07 02	01220	05 04
01167	00 12	01185	06 02	01203	06 02	01221	04 11
01168	06 02	01186	06 05	01204	04 05	01222	03 07
01169	06 05	01187	04 00	01205	02 08	01223	07 01
01170	04 01	01188	00 06	01206	06 01	01224	04 00
01171	00 05	01189	07 01	01207	04 05	01225	00 15
01172	04 05	01190	04 00	01208	01 08	01226	04 00
01173	00 04	01191	00 09	01209	04 12	01227	03 06
01174	07 11	01192	14 08	01210	06 11	01228	14 08
01175	04 02	01193	03 01	01211	14 03	01229	03 03
01176	00 05	01194	04 07	01212	00 05	01230	04 07
01177	04 05	01195	05 03	01213	00 05	01231	05 02
01178	00 11	01196	04 00	01214	07 05	01232	05 15
01179	04 02	01197	00 02	01215	04 04		
01180	00 05	01198	04 01	01216	01 08		

ИП: 1853

ПЛ 0703

УРОВЕНЬ 1 (0005 . 0213^н, 0300, 0504); РЕГИСТР: P3, P4;
 ИСПОЛЬЗУЮТСЯ МЕТКИ: 0500, 0501, 0505;
 РАВ.РГП: 002. 003. 005-010, 012-019, 035, 036;
 НР: РГП 035 - НОМЕР РГП, НАЧАЛЬНАЯ С КОТОРОГО ЗАПИСАН МАССИВ ДАННЫХ,
 ВЫПОЛНЕН НА ГРАФИК;
 РГП 036 - ДЛИНА МАССИВА;
 РГХ - ЧИСЛО РАЗБИЕНИЯ ИНТЕРВАЛА (0,1) (СМ. ТЕКСТ);
 КР: РГХ, РГУ НЕ СОХРАНЯЮТСЯ; ПЕЧАТЬ МАКСИМАЛЬНОГО И МИНИМАЛЬНОГО
 ЗНАЧЕНИЙ МАССИВА. ДИСКРЕТА РАЗБИЕНИЯ ОСИ ОРДИНАТ, ОТНОСИТЕЛЬНО
 ВАЩЕГО МАССИВА И ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА.

01233	04 08	01255	00 02	01277	04 04	01299	02 13
01234	07 03	01256	04 15	01278	00 14	01300	04 13
01235	04 15	01257	00 03	01279	04 04	01301	12 09
01236	03 05	01258	05 08	01280	00 10	01302	04 14
01237	04 14	01259	04 04	01281	04 04	01303	12 09
01238	00 15	01260	00 03	01282	01 09	01304	04 13
01239	05 05	01261	07 01	01283	02 13	01305	05 05
01240	04 04	01262	04 00	01284	04 13	01306	04 13
01241	00 02	01263	00 15	01285	04 01	01307	00 00
01242	04 04	01264	14 08	01286	14 08	01308	04 05
01243	00 03	01265	03 03	01287	12 09	01309	00 03
01244	04 05	01266	14 02	01288	04 13	01310	04 11
01245	03 06	01267	01 03	01289	05 05	01311	05 05
01246	04 13	01268	00 05	01290	04 13	01312	06 07
01247	12 03	01269	00 05	01291	00 00	01313	05 08
01248	04 15	01270	07 00	01292	04 05	01314	14 03
01249	00 15	01271	04 15	01293	00 02	01315	01 04
01250	05 05	01272	00 03	01294	04 11	01316	04 05
01251	04 15	01273	04 12	01295	05 05	01317	00 02
01252	00 02	01274	04 10	01296	06 07	01318	04 12
01253	05 07	01275	07 11	01297	06 04	01319	06 11
01254	04 04	01276	07 01	01298	00 05	01320	14 03

01321	06 03	01375	06 02	01429	04 05	01483	04 14
01322	14 03	01376	07 02	01430	01 06	01484	01 08
01323	00 05	01377	06 06	01431	04 13	01485	06 05
01324	04 12	01378	06 01	01432	12 03	01486	04 11
01325	07 10	01379	07 03	01433	02 13	01487	05 04
01326	14 03	01380	06 02	01434	11 01	01488	04 11
01327	00 04	01381	04 14	01435	00 00	01489	12 01
01328	07 00	01382	00 12	01436	02 13	01490	04 15
01329	04 04	01383	02 13	01437	02 13	01491	01 06
01330	01 09	01384	07 11	01438	00 00	01492	04 12
01331	04 05	01385	14 01	01439	14 08	01493	06 10
01332	00 03	01386	14 07	01440	03 03	01494	14 03
01333	04 04	01387	00 00	01441	14 02	01495	00 11
01334	00 02	01388	04 05	01442	00 09	01496	04 12
01335	00 05	01389	00 05	01443	02 13	01497	06 11
01336	05 15	01390	04 11	01444	11 01	01498	07 01
01337	04 04	01391	02 04	01445	00 00	01499	06 00
01338	00 08	01392	00 05	01446	00 05	01500	04 05
01339	04 04	01393	00 05	01447	04 05	01501	00 14
01340	01 06	01394	04 05	01448	03 06	01502	04 12
01341	06 04	01395	00 15	01449	04 13	01503	07 11
01342	07 01	01396	06 08	01450	12 03	01504	07 00
01343	06 01	01397	04 13	01451	04 05	01505	06 04
01344	04 14	01398	12 03	01452	03 05	01506	04 14
01345	00 15	01399	04 11	01453	04 04	01507	00 07
01346	07 02	01400	12 11	01454	01 07	01508	04 12
01347	06 04	01401	04 05	01455	04 15	01509	06 11
01348	04 05	01402	00 10	01456	01 09	01510	04 07
01349	00 08	01403	04 11	01457	04 12	01511	05 05
01350	06 03	01404	01 00	01458	04 11	01512	04 15
01351	07 02	01405	04 11	01459	14 03	01513	00 14
01352	06 03	01406	12 01	01460	00 04	01514	04 05
01353	04 14	01407	04 05	01461	07 02	01515	01 08
01354	00 05	01408	00 06	01462	04 02	01516	05 09
01355	06 02	01409	04 00	01463	01 06	01517	14 03
01356	04 14	01410	00 10	01464	04 08	01518	00 06
01357	00 06	01411	04 05	01465	05 00	01519	02 13
01358	00 05	01412	00 10	01466	04 15	01520	10 10
01359	04 15	01413	04 11	01467	00 14	01521	00 00
01360	01 09	01414	00 02	01468	04 14	01522	04 07
01361	04 12	01415	14 08	01469	00 13	01523	05 01
01362	04 11	01416	03 03	01470	04 05	01524	02 13
01363	14 03	01417	14 02	01471	00 05	01525	11 01
01364	00 05	01418	00 11	01472	06 00	01526	00 00
01365	04 03	01419	07 01	01473	04 14	01527	14 03
01366	0C 15	01420	04 15	01474	00 09	01528	01 00
01367	14 03	01421	01 09	01475	04 15	01529	04 08
01368	00 03	01422	04 12	01476	01 07	01530	05 05
01369	04 02	01423	04 11	01477	05 05	01531	04 15
01370	01 06	01424	04 11	01478	04 15	01532	00 13
01371	04 15	01425	02 00	01479	00 02	01533	04 05
01372	00 06	01426	00 05	01480	06 06	01534	01 08
01373	04 05	01427	04 11	01481	06 07	01535	06 01
01374	00 08	01428	12 12	01482	06 03	01536	06 05

01537	06 07	01546	04 05	01555	00 05	01564	07 01
01538	04 15	01547	00 09	01556	04 00	01565	04 00
01539	00 12	01548	05 08	01557	00 13	01566	01 07
01540	05 08	01549	14 03	01558	04 00	01567	00 05
01541	04 07	01550	00 03	01559	00 09	01568	14 08
01542	05 04	01551	04 07	01560	04 07	01569	03 03
01543	03 00	01552	05 04	01561	05 05	01570	04 07
01544	04 15	01553	03 00	01562	04 08	01571	05 00
01545	01 08	01554	04 05	01563	05 01	01572	05 15

КП: 3755

Ц/П 0504 (ВСЮЖОГАТЕЛЬНАЯ)

01573	04 08	01581	04 05	01589	14 03	01597	14 02
01574	05 04	01582	00 07	01590	00 09	01598	00 05
01575	02 13	01583	04 12	01591	04 13	01599	02 13
01576	10 10	01584	06 10	01592	12 04	01600	11 01
01577	00 00	01585	14 03	01593	04 11	01601	00 00
01578	07 01	01586	01 00	01594	12 01	01602	04 07
01579	04 01	01587	04 12	01595	14 08	01603	05 01
01580	00 07	01588	07 11	01596	03 04	01604	05 15

КП: 377

П/П 0300 (ВСЮЖОГАТЕЛЬНАЯ)

01605	04 08	01611	00 07	01617	01 08	01623	12 01
01606	03 00	01612	04 12	01618	04 12	01624	05 11
01607	07 01	01613	06 11	01619	06 11	01625	02 13
01608	04 01	01614	14 03	01620	14 03	01626	11 01
01609	00 07	01615	00 07	01621	00 04	01627	00 00
01610	04 05	01616	04 05	01622	04 11	01628	05 11

КП: 267

ПРИЛОЖЕНИЕ 2* (ЕПФ)

П/П 0000

УРОВЕНЬ 1 (0001); РЕГИСТР: P1, P2, P3;

ИСПОЛЗУЮТСЯ МЕТКИ: 0701, 0702, 0703;

РАВ. РГП: 000-026;

КР: РГП 020 - N (ДЛИНА МАССИВА $N = 2^P$);

РГП 021 - p;

РГП 022 - N_i (N_i - НОМЕР РГП, НАЧИНАЯ С КОТОРОГО ЗАПИСАН МАССИВ RE);

РГП 023 - N_i (N_i - НОМЕР РГП, НАЧИНАЯ С КОТОРОГО ЗАПИСАН МАССИВ IM);

РГП 024 - C (НОМЕР РГП, НАЧИНАЯ С КОТОРОГО БУДЕТ ЗАПИСАН МАССИВ ЗНАЧЕНИЙ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ДАННЫХ ДЛИНОЙ $N/4$);

КР: РГП, РГУ НЕ СОХРАНЯЮТСЯ; ЗАПИСЬ В ПАМЯТЬ ЭМ ВЫЧИСЛЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ (RE \rightarrow RE, IM \rightarrow IM).

П/П 0001 (ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ)

00001	04	08	00006	04	14	00011	04	14	00016	05	06
00002	00	01	00007	01	09	00012	01	08	00017	04	15
00003	04	15	00008	04	15	00013	05	05	00018	01	08
00004	00	02	00009	00	03	00014	04	15	00019	05	04
00005	06	00	00010	06	00	00015	01	09	00020	05	11

ИТ: 226

00021	04	08	00070	04	14	00119	06	01	00168	04	04
00022	00	00	00071	00	04	00120	04	12	00169	00	05
00023	04	05	00072	04	05	00121	05	11	00170	04	15
00024	02	00	00073	00	06	00122	14	03	00171	00	02
00025	04	13	00074	04	00	00123	00	10	00172	04	12
00026	12	01	00075	00	03	00124	07	02	00173	05	11
00027	06	04	00076	07	02	00125	04	02	00174	14	03
00028	07	02	00077	04	02	00126	00	04	00175	00	10
00029	06	03	00078	00	06	00127	07	01	00176	07	02
00030	04	14	00079	14	08	00128	06	01	00177	04	02
00031	00	01	00080	03	02	00129	04	12	00178	00	05
00032	07	00	00081	14	02	00130	04	11	00179	07	01
00033	04	04	00082	01	10	00131	14	02	00180	06	01
00034	00	02	00083	04	15	00132	00	08	00181	04	12
00035	04	08	00084	00	02	00133	04	15	00182	04	11
00036	07	01	00085	04	05	00134	00	04	00183	14	02
00037	07	01	00086	00	03	00135	07	01	00184	00	08
00038	04	00	00087	05	08	00136	06	00	00185	04	15
00039	00	02	00088	14	03	00137	06	05	00186	00	05
00040	04	04	00089	00	07	00138	04	13	00187	07	02
00041	00	03	00090	04	05	00139	12	02	00188	06	03
00042	04	04	00091	02	02	00140	06	09	00189	04	14
00043	00	06	00092	00	01	00141	06	04	00190	00	06
00044	04	05	00093	04	05	00142	06	00	00191	04	15
00045	00	02	00094	02	03	00143	04	05	00192	02	00
00046	04	04	00095	00	01	00144	00	00	00193	04	05
00047	00	04	00096	14	08	00145	06	02	00194	00	05
00048	04	05	00097	03	01	00146	04	05	00195	06	03
00049	00	01	00098	04	07	00147	02	00	00196	04	14
00050	04	04	00099	07	01	00148	06	03	00197	00	08
00051	00	05	00100	07	00	00149	04	05	00198	04	15
00052	04	05	00101	04	04	00150	01	09	00199	00	04
00053	02	01	00102	00	02	00151	06	06	00200	06	03
00054	04	13	00103	04	04	00152	08	03	00201	07	04
00055	12	02	00104	00	00	00153	05	04	00202	06	02
00056	04	15	00105	04	15	00154	07	01	00203	04	14
00057	00	04	00106	02	04	00155	04	00	00204	00	07
00058	04	05	00107	07	01	00156	00	00	00205	07	00
00059	00	05	00108	06	00	00157	04	00	00206	04	04
00060	06	01	00109	04	14	00158	01	09	00207	00	01
00061	04	14	00110	01	09	00159	14	08	00208	04	04
00062	00	07	00111	04	04	00160	03	02	00209	00	03
00063	07	02	00112	00	04	00161	14	02	00210	04	05
00064	04	03	00113	04	05	00162	01	06	00211	00	08
00065	00	05	00114	02	01	00163	04	08	00212	04	13
00066	07	01	00115	04	13	00164	07	02	00213	12	02
00067	05	07	()116	12	01	00165	07	01	00214	04	05
00068	14	03	00117	06	04	00166	04	00	00215	00	06
00069	00	07	00118	07	02	00167	00	02	00216	04	13

00217	12 03	00274	04 05	00331	00 12	00388	04 15
00218	04 08	00275	00 07	00332	04 05	00389	00 09
00219	07 03	00276	06 02	00333	01 07	00390	04 05
00220	07 01	00277	07 01	00334	06 02	00391	02 03
00221	04 00	00278	06 00	00335	04 14	00392	06 00
00222	00 03	00279	04 14	00336	02 05	00393	04 14
00223	04 15	00280	00 15	00337	04 15	00394	01 09
00224	00 05	00281	04 05	00338	00 14	00395	04 15
00225	04 05	00282	00 04	00339	06 06	00396	00 13
00226	00 01	00283	06 06	00340	06 02	00397	04 05
00227	06 02	00284	06 01	00341	04 14	00398	02 06
00228	04 05	00285	07 02	00342	02 06	00399	06 00
00229	00 03	00286	06 00	00343	04 15	00400	04 05
00230	06 00	00287	04 14	00344	01 08	00401	01 09
00231	04 14	00288	01 06	00345	06 06	00402	06 06
00232	00 09	00289	07 01	00346	06 02	00403	05 04
00233	04 05	00290	05 07	00347	06 06	00404	04 15
00234	00 06	00291	14 03	00348	04 00	00405	00 10
00235	06 00	00292	00 11	00349	02 05	00406	04 05
00236	04 14	00293	04 15	00350	04 05	00407	02 03
00237	00 10	00294	00 15	00351	00 12	00408	06 00
00238	04 15	00295	04 05	00352	06 02	00409	04 14
00239	02 02	00296	02 04	00353	06 05	00410	01 09
00240	04 05	00297	06 00	00354	04 01	00411	04 15
00241	00 09	00298	05 05	00355	02 06	00412	00 13
00242	06 00	00299	04 04	00356	04 15	00413	04 05
00243	05 05	00300	01 07	00357	00 09	00414	02 06
00244	04 04	00301	14 03	00358	04 05	00415	06 01
00245	00 11	00302	00 13	00359	02 02	00416	04 05
00246	04 15	00303	04 15	00360	06 00	00417	01 09
00247	02 02	00304	00 04	00361	04 14	00418	06 06
00248	04 05	00305	04 05	00362	01 09	00419	05 04
00249	00 10	00306	01 06	00363	04 15	00420	14 08
00250	06 00	00307	06 00	00364	00 11	00421	03 03
00251	05 05	00308	04 05	00365	04 05	00422	04 07
00252	04 04	00309	02 04	00366	02 05	00423	07 03
00253	00 12	00310	06 00	00367	06 00	00424	07 01
00254	04 15	00311	05 05	00368	04 05	00425	04 00
00255	02 03	00312	07 11	00369	01 09	00426	00 01
00256	04 05	00313	04 04	00370	06 06	00427	07 00
00257	00 09	00314	01 07	00371	05 04	00428	04 04
00258	06 00	00315	04 15	00372	04 15	00429	00 03
00259	05 05	00316	01 06	00373	00 10	00430	04 05
00260	04 04	00317	07 01	00374	04 05	00431	00 06
00261	00 13	00318	06 01	00375	02 02	00432	04 13
00262	04 15	00319	06 06	00376	06 00	00433	12 03
00263	02 03	00320	06 08	00377	04 14	00434	14 08
00264	04 05	00321	06 07	00378	01 09	00435	03 02
00265	00 10	00322	06 00	00379	04 15	00436	04 07
00266	06 00	00323	04 05	00380	00 11	00437	07 03
00267	05 05	00324	02 04	00381	04 05	00438	14 08
00268	04 04	00325	06 00	00382	02 05	00439	03 01
00269	00 14	00326	05 05	00383	06 01	00440	04 07
00270	04 15	00327	07 11	00384	04 05	00441	07 02
00271	00 03	00328	04 04	00385	01 09	00442	07 05
00272	07 01	00329	01 08	00386	06 06	00443	05 11
00273	06 01	00330	04 15	00387	05 04		

КП: 4109

П Р И Л О Ж Е Н И Е 3

Пример распечатки информации на ПМ "Консуд-260" при проведении радиоастрономических исследований источников на двухэлементной системе апертурного синтеза НИРФИ.

X= 15.723 Y= 416.886 Z= 10.709
M= 19.023 N= 416.886 L= -.028

КАЛИБРОВКА 1
 НУЛЬ С -.0012 НУЛЬ S -.0002
 АМПЛ.ГШ1 .617
 ГШ1 .250 ГШ2 .275
 АМПЛ.ГШ .262
 ВРЕМЯ .171311 ФАЗА (+) 142.46
 А. .131 Ф.(-) 281.30 К. .878

ЭПК 200 207

1.10.1981 1 ЛЕГЕДЬ-А
 СКЛОНЕНИЕ 40.40591 ПР.ВОСХОД. .1958504
 КУЛЬМИНАЦИЯ .19230412 ЗВ.ВРЕМЯ .003833148

ФАЙЛ '1' 360 451

ЧИСЛО ЗАМЕРОВ		D	T	Ф	A	SGM.C	SGM.S
683	683	.1722059	-.529	298.08	.4248	.022	.023
679	679	.1724341	-.518	297.36	.4213	.018	.018
677	677	.1727017	-.507	296.44	.4228	.022	.022
СРЕДН. (3)		.1724339	-.518	297.30	.4229	.58	.0027

ЭП '1' 360 364 451

1.10.1981 13 W 43 (3С 390.2)
 СКЛОНЕНИЕ -1.57370 ПР.ВОСХОД. .1846310
 КУЛЬМИНАЦИЯ .18105653 ЗВ.ВРЕМЯ .003833148

ФАЙЛ '13' 452 1353

ЧИСЛО ЗАМЕРОВ		D	T	Ф	A	SGM.C	SGM.S
277	277	.1736465	-.149	289.69	.0014	.008	.009
ЭП '13'		452 456	1353				
645	645	.1738597	-.139	110.71	.0012	.010	.009
ЭП '13'		452 459	1353				
643	643	.1741243	-.129	110.09	.0012	.009	.009
ЭП '13'		452 462	1353				

⋮

	641	641	.1753247	-.076	111.09	.0003	.009	.008
ЭП '13'	452	477	1353					

КАЛИТРОВКА 2
 НУЛЬ С -.0015 НУЛЬ S -.0003
 АМПЛ.ГШП .611
 ГШ1 .247 ГШ2 .273
 АМПЛ.ГШ .260
 ВРЕМЯ .175814 ФАЗА (+) 143.66
 А. .131 Ф.(-) 283.62 К. .923

ЭПК 200 211

ЧИСЛО ЗАМЕРОВ	D	T	Ф	A	SGM.C	SGM.S
457 457	.1759581	-.048	115.19	.0020	.009	.009
ЭП '13'	452 480	1353				
457 457	.1801449	-.040	251.59	.0012	.009	.009
ЭП '13'	452 483	1353				

⋮

461 461	.1826485	.069	355.07	.0022	.010	.010
ЭП '13'	452 525	1353				

1.10.1981 1 ЛЕБЕДЬ-А
 СЮНЕНИЕ 40.40591 ПР.ВОСХОД. .1958504
 КУЛЬМИНАЦИЯ .19230412 ЗВ.ВРЕМЯ .003833148

ЧИСЛО ЗАМЕРОВ	D	T	Ф	A	SGM.C	SGM.S
245 245	.1830185	-.230	290.00	.4109	.017	.015
245 245	.1831193	-.226	290.06	.4075	.016	.018
245 245	.1832201	-.221	290.07	.4097	.019	.019
245 245	.1833209	-.217	289.71	.4097	.019	.020
345 245	.1834217	-.213	289.40	.4057	.015	.015

СРЕДН. (5)	.1832201	-.221	289.85	.4087	.029	.0015
ЭП : 1'	360 370	451				

⋮

1.10.1981 13 W 43 (3С 390.2)
 СЮНЕНИЕ -1.57370 ПР.ВОСХОД. .1846310
 КУЛЬМИНАЦИЯ .18105653 ЗВ.ВРЕМЯ .003833148

ЧИСЛО ЗАМЕРОВ	D	T	Ф	A	SGM.C	SGM.S
251 251	.2234489	1.154	278.23	.0092	.009	.009
ЭП '13'	452 849	1353				
255 255	.2236139	1.160	261.98	.0078	.009	.008
ЭП '13'	452 852	1353				

⋮

1041	301	.2339591	1.439	6.98	.0233	.011	.010
ЭП '13'	452	987	1353				
1111	301	.2341151	1.445	66.73	.0127	.009	.010
ЭП '13'	452	990	1353				

1.10.1981	1	ЛЕБЕДЬ-А					
СКОПЛЕНИЕ	40.40	591	ПР.ВОСХОД,		.1958504		
КУЛЬМИНАЦИЯ	.19230	412	ЗВ.ВРЕМЯ		.003833148		

ЧИСЛО ЗАМЕРОВ	D	T	Ф	A	SGM.C	SGM.S
335	335	.2347549	1.158	276.78	.7516	.027
339	339	.2349141	1.164	276.49	.7529	.030
СРЕДН. (2)		.2348345	1.161	276.63	.7522	.13
ЭП ' 1 '	360	385	451			.0008

КАЛИБРОВА	7					
НУЛЬ С	-.0016	НУЛЬ S	-.0006			
АМПЛ.ГШП	.641					
ГШ1	.253	ГШ2	.277			
АМПЛ.ГШ	.264					
ВРЕМЯ	.235511	ФАЗА (+)	121.41			
A.	.120	Ф. (-)	.73	К.	.791	
ЭП	200	231				

1.10.1981	КАЛИБРОВКИ			
.171311	142.46	.2625	.6174	
.175814	143.66	.2600	.6112	
.235511	121.41	.2649	.6414	

КОРРЕКЦИЯ				
1	.1724330	-.518	154.53	.4238
1	.1731190	-.488	153.51	.4237
1	.1832200	-.221	146.52	.4138
1	.2348340	1.161	154.78	.7455
13	.1736460	-.149	146.59	.0014
13	.1738590	-.139	327.55	.0012
13	.1741240	-.129	326.87	.0012
13	.2234480	1.154	151.61	.0091
13	.2236130	1.160	135.45	.0077
13	.2339590	1.439	244.57	.0231
13	.2341150	1.445	304.41	.0125

Л и т е р а т у р а

1. Беагон В.С., Дугин Н.А., Романьчев А.А., Семенова Л.Р., Турчин В.И., Цейтлин Н.М. Двухэлементный радиointерферометр НИРФИ, предназначенный для работы в системе апертурного суперсинтеза. - Горький, 1980. - 55 с. (Препринт НИРФИ № 143).
2. Беагон В.С., Дугин Н.А., Романьчев А.А., Турчин В.И. Исследование фазовых характеристик кабельных трасс интерферометра. - Горький, 1979. - 17 с. (Препринт НИРФИ № 125).
3. Дугин Н.А., Семенова Л.Р. Пакет прикладных программ для экспериментальных исследований по малобазовой интерферометрии. - Горький, 1980. - 49 с. (Препринт НИРФИ № 137).
4. Дугин Н.А., Семенова Л.Р. Определение параметров базы интерферомента по радиоизлучению внеземных источников (программы обработки результатов измерений). - Горький, 1982. - 21 с. (Препринт НИРФИ № 166).
5. Дугин Н.А., Диссертация. - 1982.
6. Altenhoff W.J., Downs D., Gold L., Maxwell A., Rinehart R. Surveys of the galactic plane at 1414, 2695 and 5000 MHz. - *Astron. and Astroph. Suppl. Ser.* 1972, v.5, №4, 369-432.
7. Христиансен У., Хёгбом И. Радиотелескопы. - М.: Мир, 1972. - 237с.
8. Thompson A.R., Bracewell R.N. Interpolation and Fourier transformation of fringe visibilities. - *Astron. J.*, 1974, v.79, №1, 11-24.
9. Brown W.H. Aperture synthesis. - *Methods of Computational Physics*, 1975, v.14, 131-175, Radio Astronomy, "AF".
10. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория применения цифровой обработки сигналов: Пер. с англ. под ред. Ю.И.Александрова. - М.: Мир, 1978. - 848 с.

Содержание

	стр.
1. ЗАПИСЬ МАССИВОВ ДАННЫХ В ЭВМ	4
2. СУПЕРСИНТЕЗ ЛИНЕЙНОЙ АПЕРТУРЫ	9
2.1. Обработка данных при суперсинтезе линейной апертуры .	10
2.2. Экспериментальные результаты	14
2.3. Программы обработки данных	22
3. ПРИЛОЖЕНИЯ	27
Приложение 1	27
Приложение 2	33
Приложение 3	43
Л и т е р а т у р а	46

Дата поступления статьи
.3 октября 1983 г.

Николай Александрович Дутин
Людмила Романовна Семенова
Виктор Игоревич Турчин

**ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ ПРИ СУПЕРСИНТЕЗЕ ЛИНЕЙНОЙ АПЕРТУРЫ
(ПРОГРАММЫ ЗАПИСИ И ОБРАБОТКИ МАССИВОВ ДАННЫХ НА ЭВМ)**

Подписано в печать 25.11.83 МЦ 24534 Формат 60 x 84 1/16
Бумага писчая. Печать офсетная. Объем 2,67 усл. печ. л. Тираж 120.
Заказ 2043. Бесплатно.

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