

M-20

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



204/2-75

E5 - 8389

V.G.Makhankov

**STATIONARY SOLUTIONS
OF COUPLED SCHRÖDINGER
AND BOUSSINESQ EQUATIONS
AND DYNAMICS OF LANGMUIR
WAVE PACKETS**

1974

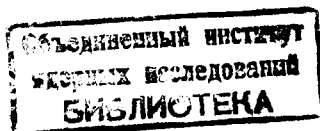
**ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ
ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ**

E5 - 8389

V.G.Makhankov

**STATIONARY SOLUTIONS
OF COUPLED SCHRÖDINGER
AND BOUSSINESQ EQUATIONS
AND DYNAMICS OF LANGMUIR
WAVE PACKETS**

Submitted to ЖЭТФ



The attention of physicists is lately turned to the study of behaviour of Langmuir wave energy clusters in connection with the problem of parametric and turbulent dissipation of H.F. energy. Such clusters are formed due to quasi-decay or modulation instability of weak-turbulent spectra or of wave packets.

In one-dimensional case they used to be named solitons. Their behaviour is rather unusual. To the latest time there was the opinion that solitons do not practically interact with each other if not having in mind uninteresting change of their phases (their name probably appeared from this ^{/1/}).

First this was shown for soliton type solutions of the Korteweg de Vries equation. The analogous results were afterwards obtained with the help of elegant theory developed by Gardner et al. and Lax for a series of other equations describing nonlinear oscillations. The Schrödinger equation with cubic nonlinearity

$$i \frac{\partial \psi}{\partial t} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \kappa |\psi|^2 \psi = 0 \quad (1.1)$$

was among them to which, in the so-called quasi-static approximation, the hydrodynamic equation system for investigating the evolution of Langmuir ^{/2/} and whistler wave packets is reduced. The conclusion has been obtained that solitons do not interact.

In the paper by Rudakov and co-authors ^{/3/}, on the other hand, an attractive idea has been proposed about a possibility of soliton turbulence. This conception, however, was based on interacting solitons. Later study showed inadequacy of the quasistatic approximation to the initial system of equations at examining the dynamics of for-

mation and interaction of solitons ^{/4/}. It was shown in this work that the second time derivative cannot be neglected in the equation for density perturbation (or L.F. potential), then

$$i \frac{\partial \psi}{\partial t} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} - u\psi = 0 \quad (1.2)$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 |\psi|^2}{\partial x^2}.$$

The picture changed now perfectly, and Langmuir solitons began to interact, to irradiate sound waves and even to coalesce ^{/4/}.

It is not difficult to be convinced looking at the stationary solitons of system (1.2)

$$\psi_0 = \psi_m \operatorname{sech}\left(\frac{\gamma \psi_m}{\sqrt{2}} \xi\right), \quad u_0 = -\psi_0 (1-M^2)^{-1}, \quad \lambda_0 = -\frac{\gamma^2}{2} \psi_m^2 \quad (1.3)$$

that it contains a defect since these solutions grow infinitely when the soliton velocity tends to the ion-sound one $M \rightarrow 1$, where $M = v_g/v_s$ is the Mach number. This means that the equation for L.F. potential of (1.2) must be improved.

In what follows we obtain stationary solutions of such improved system (section 2), discuss the consequence occurred (section 3), and give short conclusions in section 4.

2. Stationary Soliton Type Solutions of the Equation System with L.F. Nonlinearity and Dispersion

In the previous paper ^{/5/} the equation for density perturbation describing correctly behaviour of l -wave packets in the vicinity of the resonance, $M \rightarrow 1$, has been derived. With sufficient accuracy it is the nonhomogeneous Boussinesq equation

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2} - \frac{\epsilon}{3} \frac{\partial^4}{\partial x^4}\right)u - \epsilon \frac{\partial^2}{\partial x^2}(u^2) = \frac{\partial^2}{\partial x^2}(|\psi|^2) \quad (2.1)$$

to which we should add the Schrödinger equation for the complex envelope of Langmuir wave

$$\left(i \frac{\partial}{\partial t} + \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \lambda - u\right)\psi = 0, \quad (2.2)$$

where

$$\epsilon = \frac{4}{3} \frac{m_e}{m_i}, \quad u = \frac{3}{4} \frac{\delta n}{\mu n_0}, \quad \psi^2 = \frac{3}{64} \frac{E^2}{\mu \pi n_0 T},$$

$$x = \frac{2}{3} \frac{\sqrt{\mu} x}{d_e}, \quad t = \frac{2}{3} \omega_{pe} \mu t.$$

A two-parameter set of stationary solutions for Eqs. (2.1) and (2.2) has been obtained for the case of taking the terms proportional to ϵ to be small and the form of a correction to coincide with the zero ϵ approximation.

Here we get the exact solution of set (2.1), (2.2) which turns out to be one-parametric and the two-parametric solutions converging to it, when $M \rightarrow 1$.

Following the technique described in ^{/5/} the equation may be found starting from set (2.1), (2.2) for the correction proportional to ϵ by putting $\psi = \psi_0 + y$, $u = u_0 + u$ but with boundary condition $y|_{\xi=0} = 0$

$$\frac{\partial y}{\partial \xi} + ay = b \quad (2.3)$$

$$a = \frac{\gamma^2 \psi_0^3}{\psi_0 \xi}, \quad b = \frac{\epsilon}{3} \gamma^6 \frac{\psi_0^2}{\psi_0 \xi} (\psi_m^4 + \psi_0^2 \psi_m^2 - 2\psi_0^4), \quad \psi_0 \xi = \frac{d}{d\xi} \psi_0,$$

$$\lambda = -\frac{\gamma^2}{2} \psi_m^2 \left(1 + \frac{2}{3} \gamma^4 \epsilon \psi_m^2\right) = \lambda_0 \left(1 - \frac{4}{3} \lambda \epsilon \gamma^2\right) \quad (2.4)$$

$$\gamma^2 = (1-M^2)^{-1}.$$

The solution of Eq. (2.3) takes the form

$$y = -\frac{\epsilon}{2} \gamma^4 \psi^3 \operatorname{th}(\kappa \xi) \left(\ln \frac{\operatorname{ch} \kappa \xi - 1}{\operatorname{ch} \kappa \xi + 1} + \frac{4}{3} \operatorname{sech} \kappa \xi \right), \kappa = \sqrt{-\lambda}. \quad (2.5)$$

The behaviour of this function at $\xi \rightarrow 0$ and $|\xi| \rightarrow \infty$ is as follows

$$\begin{aligned} y &\sim \xi^2 \ln \frac{4}{\xi^2} & \text{at } \xi \rightarrow 0 \\ y &\sim \operatorname{sech} \kappa \xi & \text{at } |\xi| \rightarrow \infty. \end{aligned} \quad (2.6)$$

Thus, the asymptotics of the correction and the zero-approximation coincide. Yet, their behaviour in the vicinity of zero is substantially unlike: ψ_0 is a one-hump function and y is a two-hump one so the total solution will be of two-hump form.

The correction to the energy density is proportional to y since $\psi^2 = \psi_0^2 + 2\psi_0 y$.

Then the solution (2.5) is valid when the condition

$$|\lambda_0| \epsilon \gamma^2 \ll 1 \quad (2.7)$$

holds that follows from the formula (2.4).

The behaviour of solution (2.5) and especially of energy density near zero point and at $|\xi| \rightarrow \infty$ allows us to suppose the form of exact stationary soliton type solution of set (2.1), (2.2)

$$\psi^2 = a \operatorname{th}^2 \beta \xi \operatorname{sech}^2 \beta \xi. \quad (2.8)$$

Substituting (2.8) into Eqs.

$$\begin{aligned} \psi_{xx} + \lambda \psi - u \psi &= 0 \\ \frac{1}{\gamma^2} u + \frac{\epsilon}{3} u_{xx} + \epsilon u^2 &= -\psi^2 \end{aligned}$$

we obtain the constants a and β

$$\begin{aligned} a &= 48 \lambda^2 \epsilon, \quad \beta = \sqrt{-\lambda} & \text{and} \\ u &= 6 \lambda \operatorname{sech}^2(\sqrt{-\lambda} \xi). \end{aligned} \quad (2.9)$$

This solution, however, is now one-parametric*, since the added connection between λ and γ^2

$$\frac{1}{\gamma^2} = 1 - M^2 = -\frac{20}{3} \epsilon \lambda \quad (2.10)$$

appears, that is like the situation taking place for the homogeneous Boussinesq equation with only difference, that (2.8), (2.9) describe density hole loaded with H.F. field energy and moving at subsonic velocity (see Fig. 1) but a supersonic density hump corresponding to the KdV and Boussinesq equations^{/1/}.

Soliton type solutions of (2.1), (2.2) in the region

$$|\lambda| \epsilon \gamma^2 > 1 \quad (2.11)$$

cannot be found** that is, generally speaking, not astonishing for in this area the nonlinear and dispersion terms in Eq. (2.1) put additional coupling defined with (2.10). This conclusion does not yet spread over other types of solutions, for example, periodic ones. In fact the added constant appearing in latter case can lead to that condition of (2.10) type is satisfied.

This all allows one to suppose that stationary soliton type solutions do not exist in the area (2.11).

Finally it should be noted that system (2.1), (2.2) has constants of the motion^{/6/}

$$Q = \int_{-\infty}^{\infty} |\psi|^2 dx \quad (2.12)$$

* An analogous solution has been obtained with another technique in work by Nishikawa et al.^{/6/}. We cite below some new results.

** Solving by the method of indefinite coefficient we've got overdefined equation system leading to a contradiction.

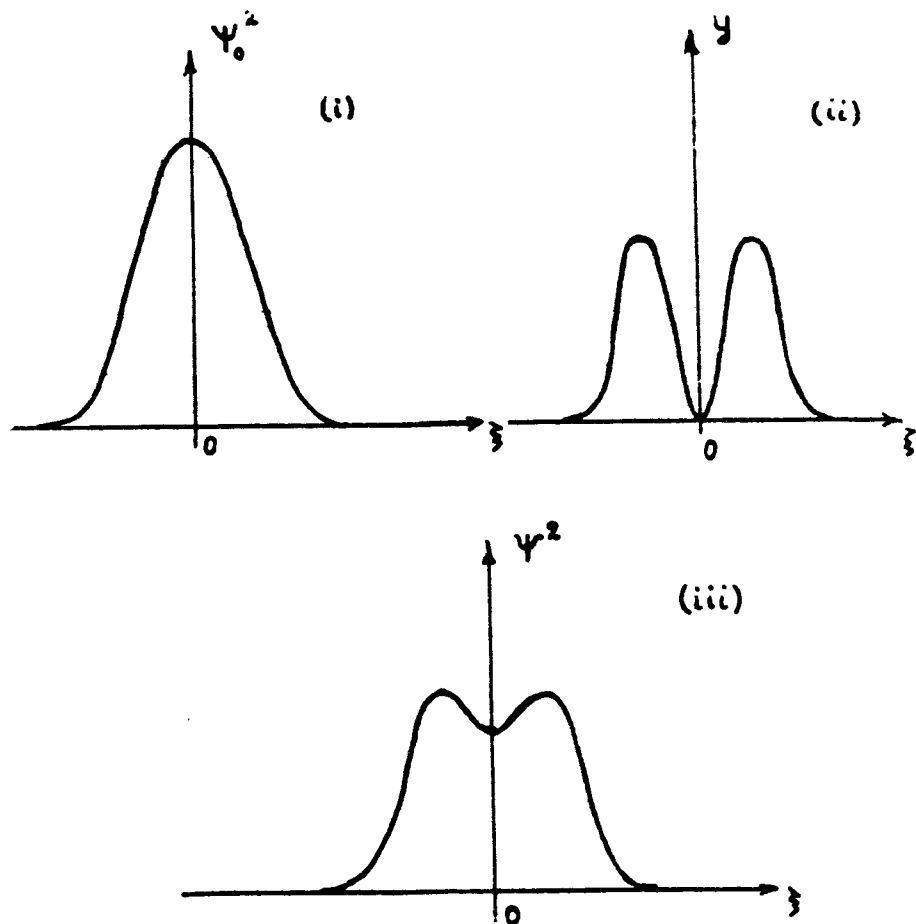


Fig. 1. Dependence of H.F. energy density in a soliton on coordinate, (i) is zero ϵ approximation, (ii) is the correction proportional to ϵ and (iii) is the total energy density.

$$I = \int (u|\psi|^2 + |\psi_x|^2 + \frac{1}{2}u^2 + \frac{1}{2}v^2 + \frac{\epsilon}{3}u^3 - \frac{\epsilon}{6}(u_x)^2) dx$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial(uv)}{\partial x} = 0 \quad (2.13)$$

that, as in previous work ^{/7/}, can be interpreted as the conservation laws of H.F. field number of quanta and energy, respectively.

3. Evolution of Langmuir Wave Packets

In papers ^{/7,8/} with the help of computer the dynamics of formation and interaction of plane solitons was studied at ignoring L.F. nonlinearity and dispersion. In ref. ^{/9/} there was represented the area on the ψ_m OM plane in which two identical counter moving solitons can coalesce. It is of interest to see how the picture of formation and interaction of solitons changes with allowance for above results. Let us look at the $\sqrt{-\lambda}$ OM plane (since $\sqrt{-\lambda}$ is proportional to ψ_m), see Fig. 2. The relation (2.10) corresponds to the line 1. We have two-parameter set of solutions under line 1 (region 1), i.e., can move along lines parallel both to OM axis and to $O\sqrt{-\lambda}$ one.

Near but under the line 1 two-parametric solution, labelled by point A, loses stability since it turns to the line 1 but by virtue of the conservation law of energy (2.13) soliton can only diminish its velocity M, therefore it will go from the line 1 irradiating sound waves along the straight line parallel to OM towards smaller M where the influence of the solution (2.8), (2.9) becomes weak.

Soliton type stationary solutions do not exist above the line 1 (area II) as it has been pointed. This means that Langmuir wave packet (e.g., point B) will, either generating ion-sound oscillations or breaking in several separate packets (probably both instantly), turn to the

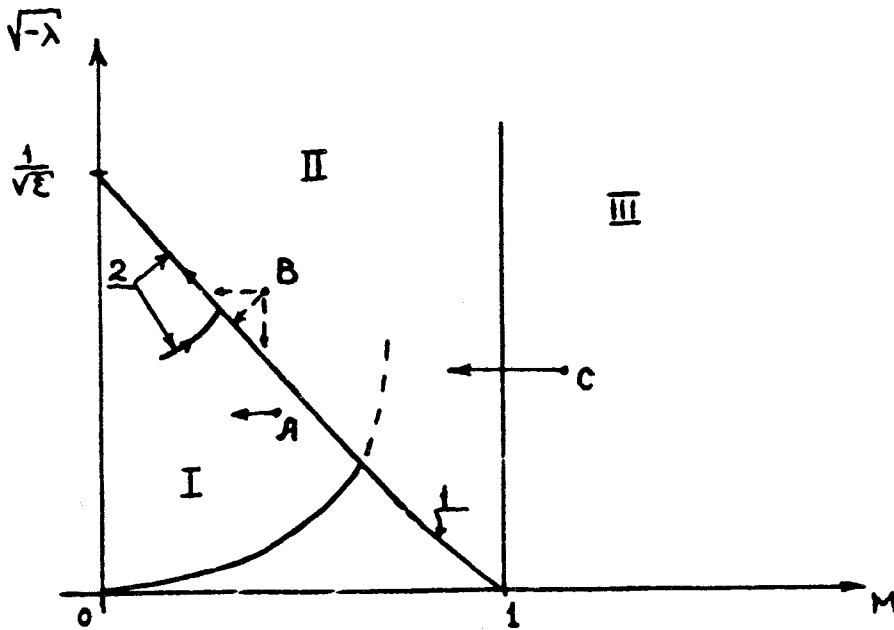


Fig. 2. Approximate picture of domains of existence of soliton type stationary solutions. I is that for system (2.1), (2.2), I and II are ones for system (1.2), III is the domain, where stationary soliton type solutions are absent both for systems (1.2) and (2.1), (2.2). 1 is the line determined by equation $1/y^2 = -\frac{20}{3}\epsilon\lambda$. 2 is the line of possible evolution of spherically symmetric collapsing packet. 3 is the line bounding region of coalescing two solitons obtained in ^{9/}. The points A, B and C correspond to various initial packets.

line 1, which, by the way, it can overcome depending on initial data *.

It can be easily found, moving along the line 1, that the bigger the energy a packet is loaded with the smaller the velocity, M, it has and at

$$\lambda_{cr} = -\frac{3}{20} \frac{1}{\epsilon} \quad (3.1)$$

the packet velocity vanishes, so soliton type stationary states do not exist at $|\lambda| > |\lambda_{cr}|$.

Having used the formula (2.9) one can find the width of packet at $\lambda = \lambda_{cr}$

$$\ell = \frac{19}{2} d_e \quad (3.2)$$

This means, that the linear Landau damping is yet sufficiently small.

Packets with $\lambda > \lambda_{cr}$ must either break or it should be an anomalous mechanism of the dissipation of H.F. energy, transmitting an arbitrary power packet with $\lambda > \lambda_{cr}$ into the area $\lambda \leq \lambda_{cr}$ **.

The existence of the critical value λ in above sense, means that solitons can coalesce only if their summary energy does not exceed λ_{cr} .

4. Brief Conclusion

The reduction of the domain of existence of soliton type stationary solutions for equations describing Langmuir wave packet behaviour allows us to conclude that:

* As it was for evolution of arbitrary supersonic packets in the linear over u approximation ^{8/}. A packet goes soon from the position C (area III) into the region, $M < 1$, however, into different parts of it.

** Possibility of such a mechanism was pointed out in the recent paper by Valeo and Kruer ^{9/}, where the parametric instability has been investigated with the help of the method of macroparticles.

1. There is a minimal scale of stable soliton

$$\ell \approx 10 d_e$$

corresponding to the velocity $M=0$.

2. This fact must lead in spherically symmetric case to either stopping soliton or to breaking collapsing packet. The evolution may go along the line 2.

3. The analogous conclusion should be also done for three-dimensional collapse since the influence of non-linearity and dispersion in Eq. (2.1) leads effectively to strengths of repulsion between Langmuir plasmons, acting at a short ranges, $\ell \approx 10 d_e$.

Therefore, in the frame of theory proposed stable Langmuir wave energy clusters with dimensions less than $10 d_e$ seem not to exist.

We afford now the computer investigation of dynamics of arbitrary Langmuir wave packets on the base of system (2.1), (2.2) to determine the domain of influence of solution (2.8), (2.9) and to look at the evolution of unstable packets from the area II.

References

1. A.C.Scott, F.Chu, D.W.Mc Laughlin. Proceed. IEEE, 61, 1443, 1973.
2. V.E.Zakharov. ZhETF, 62, 1745, 1972.
3. A.S.Kingsep, L.I.Rudakov, R.N.Sudan. Phys.Rev.Lett., 31, 1483, 1973.
4. Kh.O.Abdulloev, I.L.Bogolubsky, V.G.Makhankov. Phys.Lett., A48, 161, 1974.
5. V.G.Makhankov. Preprint JINR, P5-8113, Dubna, 1974.
6. K.Nishikawa, H.Hojo, K.Mita, H.Ikezi. Phys.Rev.Lett., 33, 148, 1974.
7. V.G.Makhankov, I.L.Bogolubsky, Kh.O.Abdulloev. Preprint JINR E9-8225, Dubna, 1974. Report on II International Conference on Plasma Theory, Kiev, 1974.
8. L.M.Degtyarev, V.G.Makhankov, L.I.Rudakov. Zh.ETF, 67, 533, 1974.
9. Kh.O.Abdulloev, I.L.Bogolubsky, V.G.Makhankov. Preprint JINR, P9-7992, Dubna, 1974.
10. E.J.Valeo, W.L.Kruer. Phys.Rev.Lett., 33, 750, 1974.

Received by Publishing Department
on November 15, 1974.

Ц 2406
Б-447

10/11/75

10 - 8388

234/2-75

Л.М.Беляева, Л.П.Кулькина, И.Ланг, Б.В.Фефилов,
Л.П.Челноков

"ЮПИТЕР-16" - ПРОГРАММНЫЙ ПАКЕТ НАКОПЛЕНИЯ
И ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Руководство для пользователей

Программный пакет "ЮПИТЕР-16" предназначен для накопления и обработки информации на линии с ЭВМ типа ТРА-1001, "ЭЛЕКТРОНИКА", РДР-8 и аналогичных им, имеющих 12-разрядную длину слова и емкость ОЗУ не менее 16К. Система командных приказов обеспечивает быструю и гибкую связь пользователя с ЭВМ.

Ввод экспериментальных данных в память ЭВМ для обработки может осуществляться через интерфейсы с цифроаналоговых преобразователей и из памяти анализаторов, с перфолент через читающее устройство ЭВМ и вручную с телетайпа.

Для хранения информации отведено 8К из общего объема ОЗУ. Это так называемое "поле данных" содержит 4096 информационных каналов, каждый из которых состоит из двух машинных слов (24 двоичных разряда на канал). В информационных каналах накапливаются и хранятся положительные и отрицательные целые и дробные числа, определенные с точностью 2^{-18} .

Обработка информации осуществляется с помощью командных приказов телетайпа и дисплея, обслуживаемого двумя световыми маркерами, которые также управляются приказами телетайпа.

Приказы обычно состоят из двух мнемонических символов (букв) и в большинстве случаев требуют числового аргумента. В дальнейшем в тексте символ " \diamond " означает аргумент (число), а символ "L" - сигнал телетайпа "пропуск" (SPACE), служащий для определения конца задаваемого числа.

Программный пакет "Юпитер-16" записан и хранится на перфолентах в BIN - формате. Для ввода программных лент используется загрузчик UBL -16 (UNIVERSAL BIN LOADER FOR 16K), составленный в RIM - формате.

Ввод программы "Юпитер-16" производится следующим образом:

I. Визуально контролируется правильность RIM - загрузчика в ячейках ОЗУ 7756-7775 куба "0".

2. Вводится загрузчик UBL-16 при помощи RIM/LOADER через
ФСУ FS -I500.

SR: =7756
LOAD ADDRESS
START
STOP

(лента считывается без остановки в конце)

3. Вводится лента "КИТЕР-16" - куб "0".

SR: =7600
LOAD ADDRESS
SR: =3600

START (лента после окончания ввода останавливается

в ФСУ на последней строке).

4. Вводится лента "КИТЕР-16" - куб "1".

SR: =7600
LOAD ADDRESS
SR: =3601

START (после окончания ввода лента останавливается в

ФСУ).

Если ввод правильный, то AC: =0000.

Система клавиатурных командных приказов предусматривает:

1. Разбиение памяти на сектора (цифровые окна).

2. Управление дисплеем.

3. Очистку и поканальную модификацию спектров.

4. Определение основных физических параметров спектров

(интенсивность, энергия и полуширина пика).

5. Энергетическую калибровку и нормализацию спектров по площадям и энергиям.

6. Перенос, сложение и вычитание спектров.

7. Сглаживание статистических данных методом наименьших квадратов.

8. Разные формы ввода и вывода информации.

9. Специальные приказы (режим калькуляции, исправление новых программных блоков и подпрограмм, вызов автоматизированного режима).

I. Приказы распределения памяти

I.1 ST - табличный вывод на телетайп распределения поля данных по секторам (SECTOR-TABLE OF THE ARRANGEMENT)

Поле данных системы "КИТЕР-16" может быть разбито на 8 секторов. Исходное состояние пакета содержит 4 сектора по 1024 канала для накопления экспериментальных данных. Приказ ST сообщает в форме таблицы о распределении поля данных. Первый столбик таблицы содержит номер сектора, второй - машинный адрес начала сектора в ОЗУ, третий - начальный адрес сектора (адрес начального канала массива, находящегося в данном секторе), четвертый - длину сектора.

ST					
0	+	0	+	0	+1024
1	+	1024	+	0	+1024
2	+	2048	+	0	+1024
3	+	3072	+	0	+1024

Таким образом, в исходном состоянии начальный адрес у всех секторов равен 0 и все четыре сектора имеют одинаковую длину 1024 канала с адресами 0 + 1023 канала в каждом.

I.2 LS \diamond L - задание начального адреса и длины сектора (LENGTH AND INITIAL FOR SECTOR).

Аргумент \diamond обозначает номер сектора ($\diamond = 0 + 7$). Набирая приказ LS \diamond L, ЭВМ запрашивает значение начального адреса, который может быть 0 + 4088, затем длину данного сектора, которая должна быть числом, кратным 8 (8, 16, 24, ..., 4088, 4096), так как система наблюдения подсвечивает на экране дисплея 8n (n=1+64) точек спектра. Если пользователь все-таки задает число, не кратное 8, то программа автоматически исправляет ошибку, округляя его в большую сторону.

Машинный адрес определяется автоматически с оптимизацией использования поля данных. Если вследствие последнего приказа происходит переполнение одного или нескольких секторов, то программа выдает сообщение, где это произошло. Например,

LSO INITIAL ADDRESS=0 LENGTH=2046 3 OVERFLOW !

В третьем секторе произошло переполнение (OVERFLOW).

Продолжим изменение распределения:

```
LS1 INITIAL ADDRESS=713 LENGTH=147
LS5 INITIAL ADDRESS=3013 LENGTH=128 5 OVERFLOW !
```

Полученное новое распределение поля данных имеет вид:

```
ST
0 + 0 + 0 +2040
1 +2040 + 713 + 144
2 +2184 + 0 +1024
3 +3208 + 0 + 8
5 +3217 +3013 + 128
7 +3346 + 501 + 752
```

Приказ $LS \diamond$ влияет только на состояние секторов (расположение, длина, начальный адрес), информационные содержания каналов поля данных остаются без изменения.

2. Приказы управления дисплеем

2.1 $NS \diamond$ - выбор наблюдаемого сектора
(NUMBER OF REQUESTED SECTOR)

Число секторов $\diamond = 0 + 7$. При выборе несуществующих секторов программа выдает сообщение об ошибке (ERROR !) и не выполняет приказа. При каждом очередном выполнении приказа маркеры А и В автоматически устанавливаются в крайних точках сектора.

Например, после приказа $NS7 \diamond$ на экране представляется содержание сектора 7, начиная с первого канала сектора (с адресом $50I$). При этом положение маркеров: $A=50I, B=I252$. Маркер А виден на экране всегда, а маркер В - в зависимости от длины наблюдаемого спектра и от длины сектора. Если длина спектра больше длины сектора, то программа автоматически меняет длину изображаемого спектра так, чтобы значение горизонтальной развертки не превышало длины спектра. При этом программа дает соответствующее сообщение пользователю. Поскольку исходная длина спектра после ввода программы $D=2^9$ равна $5I2$ каналам, то маркер В не виден и наблюдаются только каналы $50I+I0I2$.

Вызов наблюдения сектора „3” выполняется следующим образом:
 $NS3$
SPECTRA-LENGTH FOR SECTOR 3 = + 8 THEREFORE: $MX \text{ MAX} = + 3$.

В данном случае длина спектра совпадает с длиной сектора, поэтому на экране подсвечивается и маркер В ($A=0, B=7$).

2.2 $LX \diamond$ - выбор длины наблюдаемой части спектра (развертка по оси X)

(LENGTH OF X AXIS)

Для более детального наблюдения возможен вывод на экран не целого сектора, а отдельного его участка, причем длина (в каналах) может быть различной - произвольное двоичное число ($8 + 4096$).
 $D=2^{LX}$, $LX=3 + I2$. При выборе $3 > LX > I2$ приказ не выполняется и печатается 'ERROR!'. Исходное значение $LX=9$, так как дисплей имеет 9 - разрядные цифроаналоговые преобразователи. При $LX=I0$ выводится спектр в $I024$ канала, одной точкой подсвечивается среднее арифметическое двух соседних каналов, при $LX=II$ - четырех, а при $LX=I2$ - восьми соседних каналов спектра.

2.3 $LY \diamond$ - выбор масштаба по оси Y.
(LENGTH OF Y AXIS)

В приказе $LY \diamond$ число \diamond , лежащее в пределах $0 + 34$, означает показатель степени 2, соответствующий полному отклонению по оси Y. При $\diamond=0$ содержание "I" дает полное отклонение, при $\diamond=I2$ полное отклонение на весь экран соответствует содержанию $2^{I2}=4096$ (цена единичной градации равна $2^{I2}-2^9=2^3=8$). Если содержание канала больше выбранного масштаба, то отклонение по Y будет в насыщении (отклонение на весь экран).

2.4 $ZL \diamond$ - выбор нулевой линии (значение в канале, выше которого осуществляется вывод на экран дисплея)
(ZERO LINE FOR Y AXIS ON THE SCREEN)

2.5 $AX \diamond$ - установка маркера А в заданный канал " \diamond "
(MARKER A JUMPS HORIZONTALLY TO CHANNEL " \diamond ")

Установка маркера А по адресу " \diamond " выполняется только в том случае, если наблюдаемый сектор включает в себя такой адрес. Например, после выбора сектора 7 приказ $AX 473$ не выполняется (см. рис.6), а маркер А остается на прежнем месте. ЭВМ сообщения об ошибке не выдает.

2.6 BX \diamond \sqcup - установка маркера В в заданный канал \diamond
(MARKER "B" JUMPS HORIZONTALLY TO CHANNEL \diamond)

Действие приказа аналогично действию предыдущего.

2.7 AX \diamond \sqcup - движение маркера А по горизонтали с шагом \diamond
(MARKER "A" MOVES WITH STEPS \diamond)

При $\diamond > 0$ маркер движется вправо, при $\diamond < 0$ - влево.

Пример использования:

NS7 \sqcup (наблюдается сектор 7, маркер А находится в крайнем левом положении в 50I канале (см. стр. 6)).

AN17000-300100 (маркер А сдвигается вправо на 17х3 канала, затем влево на 3х2 канала и снова вправо на 1х2 канала, т.е. окончательное положение маркера А=50I+17х3-3х2+1х2=548 канал).

\diamond может быть и дробным числом, при этом оно округляется до ближайшего целого.

2.8 BH \diamond \sqcup - движение маркера В по горизонтали с шагом \diamond
(MARKER "B" MOVES WITH STEPS \diamond)

Действие аналогично действию предыдущего приказа.

2.9 DI - наблюдение спектра с постоянно обновляемой информацией (DISPLAY WITH CONTINUOUSLY REFRESHED INFORMATION)

Этот приказ позволяет следить за набором спектра в процессе интегрального анализа.

2.10 PX \diamond \sqcup - установка стартовой точки изображения по адресу \diamond (PICTURE STARTING POINT = \diamond) .

При помощи этого приказа возможен перенос начала изображения в \diamond канал. Приказ выполняется, если сектор содержит задаваемый адрес и само изображение не превышает длину наблюдаемой части сектора. Если эти условия не выполняются, ЭВМ дает соответствующее сообщение. Например, в секторе 7:

LX9 -длина спектра 512 каналов,
PX443 SPT- - на экране виден кусок спектра с 50I по 955 канал.
EXTREME=+501

Приказ PX не меняет положения маркеров.

2.11 PL - движение изображения влево
(PICTURE MOVES TO LEFT)

Этот приказ позволяет детально просматривать спектр при его плавном движении влево. Условие выполнения приказа: $LX \leq 9$. Остановка движения - нажатие любой клавиши телетайпа. Останов сопровождается печатанием номера канала, который является первым из наблюдаемых после остановки.

Пример в секторе 7:

PX501 \sqcup (виден спектр с начального канала)
PL+741 (останов клавишей "P", затем продолжение движения клавишей "L")

PL+703 (останов клавишей "P", затем нажатием клавиши "X" переход на приказ PX)

PX680.687 (стартовая точка спектра с адреса 687)

3. Приказы очистки и поканальной модификации

3.1 CS - очистка сектора
(CLEAR OF DISPLAYED SECTOR S[D]:=0)

3.2 CT - очистка всех секторов
(CLEAR OF TOTAL DATA FIELD: S(0-7):=0)

3.3 AV \diamond \sqcup - движение маркера А по вертикали с шагом \diamond
(MARKER "A" MOVES VERTICALLY WITH STEPS \diamond OF CONTENTS)

Содержание канала "А" меняется в зависимости от значения \diamond

$$C/A := C/A + \diamond$$

\diamond может быть целым или дробным числом.

3.4 BV \diamond \sqcup - движение маркера В по вертикали с шагом \diamond
(MARKER "B" MOVES VERTICALLY WITH STEPS \diamond OF CONTENTS)

3.5 AY \diamond \sqcup - изменение содержания канала "А" на \diamond
(MODIFY CONTENTS OF CHANNEL "A")

После приказа AY ЭВМ печатает адрес маркера, энергию, относящуюся к данному каналу, и первоначальное значение содержания канала. После этого печатается аргумент (новое содержание канала А).

Данный приказ используется для коррекции выбросов и для ввода табличных данных.

Пример ввода табличных данных:

```
AY+ 158 + 158.000 + 107.027 =
100.567
103.027
117.972
137.84
:
```

После вызова приказа на телетайпе печатается только содержание, так как программа подразумевает шаг на один канал и производит переход на новую строку (RETURN - LINE FEED).

3.6 BY OL - изменение содержания в канале "B" на "O"
(MODIFY CONTENTS OF CHANNEL)

4. Приказы определения основных параметров спектра

4.1 OS - определение с фоном и без фона интеграла: выделенного маркерами A и B участка спектра
(OUTPUT:SUM OF CHANNEL-CONTENTS WITH AND WITHOUT BACKGROUND, BETWEEN MARKERS "A" AND "B")

После вызова приказа печатаются адреса каналов, отмеченных маркерами A и B, интеграл с фоном и без него.

```
AX59
BX96
OS+ 59+ 96+ 40449.990+ 22951.000
```

4.2 PK - определение интенсивности, центра тяжести и полуширины пика, находящегося между маркерами A и B
(PEAK IDENTIFICATION: AREA WITH AND WITHOUT BACKGROUND, LOCATION,FWHM BETWEEN THE MARKERS)

Пример:

```
AX100 BX120
PK+ 100+ 120+ 17076.000+ 7794.001 P+= 109.771 FWHM= + 7.032
```

Здесь первые две цифры - положение маркеров, третья цифра - интенсивность с фоном, четвертая - интенсивность без фона, пятая - адрес центра тяжести пика, шестая - полуширина пика.

Адрес центра тяжести пика запоминается в рабочей ячейке P_2 , а результат предыдущей операции РК запоминается в рабочей ячейке P_1 .

5. Приказы энергетической калибровки и нормализации спектров

5.1 ES - энергетическая калибровка с помощью пиков, центр тяжести которых определен приказом РК

(ENERGY CALIBRATION BY "PK" DEFINED PEAKS)

С помощью данного приказа осуществляется идентификация пиков по энергии. В выбранном секторе по известным пикам P_1 и P_2 и их центрам тяжести, определенным приказом РК и запомненным в ОЗУ, осуществляется энергетическая калибровка. Приказ ES с помощью линейной интерполяции определяет константы уравнения:

$$E_n = FEO + FEN \cdot n,$$

где n - число каналов сектора, FEO - значение энергии в канале "0", FEN - цена канала (кэВ/канал). Константы FEO и FEN запоминаются отдельно для каждого сектора поля данных и могут быть изменены только приказом ES или специальной командой WC. После ввода программы исходное состояние энергетической калибровки: $FEO = 0$, $FEN = 1$ (энергия и номер канала численно совпадают).

5.2 RC - вывод на телетайп констант энергетической калибровки (READ CALIBRATION OF SECTOR DISPLAYED)

```
RC FEN++ 1.000 FEO-- .000
```

5.3 WC - восстановление предыдущей калибровки
(WRITE CALIBRATION TO SECTOR DISPLAYED)

5.4 OA - определение адреса, значения энергии и содержания канала, отмеченного маркером A
(OUTPUT: ADDRESS, ENERGY AND CONTENTS OF CHANNEL "A")

Пример:

```
AX517
OA SECTOR 0+ 517.+ 517.000 + 150.000
```

5.5 OB - определение адреса, значения энергии и содержания канала, отмеченного маркером B

(OUTPUT ADDRESS, ENERGY AND CONTENTS OF CHANNEL "B")

5.6 $VA \phi_{\Delta}$ - нормализация по интенсивности (по площадям) участка спектра, отмеченного маркерами.

(NORMALIZE S(D) BETWEEN THE MARKERS TO AREA = ϕ)

После вызова приказа VA ЭВМ печатает истинное значение площади участка спектра и ждет ответа от пользователя на нормализованное значение " ϕ ":

NA+ 115225.700 200000

5.7 $\forall \phi_i \rightarrow \phi_j$ - перенос участка ($\phi_i - \phi_j$) сектора " ϕ " в наблюдаемый сектор с энергетической нормализацией (ширина канала I кэВ) (TRANSFER S(ϕ) \rightarrow S(D) WITH ENERGY NORM 1 KEV/CHANNEL

BETWEEN $\phi_i - \phi_j$ KEV)

Обозначения в приказе:

- ϕ - номер нормализованного сектора,
- ϕ_i - начальная энергия нормализации,
- ϕ_j - конечная энергия нормализации.

Перенос осуществляется следующим образом.

Начальный канал наблюдаемого сектора принимает значение начальной энергии сектора ϕ_i или ϕ , если это значение энергии существует в секторе ϕ . Перенос заканчивается при нахождении границы наблюдаемого сектора или сектора ϕ . Значение интенсивности (полный интеграл участка $\phi_i - \phi_j$) сохраняется при преобразовании.

Произведя энергетическую нормализацию, можно непосредственно определять центры тяжести и полуширины пиков в единицах энергии при помощи приказа PK. Определение содержаний каналов определенной энергии производится также непосредственно при помощи приказов AX ϕ_{Δ} и OA, где ϕ - энергия в кэВ.

6. Приказы переноса, сложения и вычитания спектров

6.1 $s \phi$ - перенос участка сектора " ϕ ", отмеченного маркерами, в наблюдаемый сектор $s[D]$

(SECTOR TRANSFER BETWEEN THE MARKERS: $s[D] := s[\phi]$)

Участок взаимодействия отмечается маркерами в наблюдаемом секторе $s[D]$. Перенос производится поканально.

6.2 $s \phi +$ - сложение участков секторов $s[\phi]$ и $s[D]$, отмеченных маркерами, в наблюдаемом секторе $s[D]$

(SECTOR ADDITION BETWEEN THE MARKERS: $s[D] := s[D] + s[\phi]$)

Участки взаимодействия (сложения) отмечаются маркерами.

Сложение производится поканально. Модифицируется содержание адреса (наблюдаемого спектра).

6.3 $s \phi -$ - вычитание участков секторов $s[D]$ и $s[\phi]$, отмеченных маркерами, в наблюдаемом секторе $s[D]$

(SECTOR SUBTRACTION BETWEEN THE MARKERS: $s[D] := s[D] - s[\phi]$)

Операции аналогичны предыдущим. Операция вычитания может быть использована для очистки произвольного участка любого спектра. Очищаемый участок должен быть отмечен маркерами. В этом случае при написании приказа заносится номер наблюдаемого сектора $s[\phi] := s[D]; \phi := D$.

7. Приказ сглаживания спектра

7.1 $sm \phi$ - сглаживание участка спектра, отмеченного маркерами, ϕ раз (SMOOTHING BETWEEN THE MARKERS ϕ -TIMES)

Сглаживание спектра производится с помощью полинома третьей степени, используется метод наименьших квадратов. Статистические неравномерности (выбросы, пики) с полушириной менее 5 каналов сглаживаются. Операция сглаживания может быть использована для нахождения усредненного значения фона у подножий пика при определении площадей. В отмеченном маркерами участке $K_A - K_B$ сглаживается участок $K_{A+2} - K_{B-2}$. Условие сглаживания: $K_B - K_A \geq 4$. Число повторений сглаживания $\phi = I + 7$.

8. Приказы ввода информации

Как было отмечено выше, приказы `WS (5.3)`, `AY (3.5)` и `VY (3.6)` совершают ввод информации с помощью телетайпа. Для ввода информации служат еще несколько приказов.

8.1 TX - засылка заметок в буфер текста

(STORE TEXT INTO TEXT-BUFFER)

Заметки в виде набора характеров (дата, название эксперимента и т.п.) запоминаются в специальном буфере текстов. Терминатором ввода текста является характер "@" (ASCII код-300). Объем буфера-46₁₀ характеров. При переполнении буфера запоминание текста автоматически прекращается.

8.2 TI - переборс накопленной информации с АИ-4096 на ТРА

(LOAD DATA BLOCK FROM AI-4096 INTO TRA MEMORY)

После печати оператором приказа `TI` начинается диалог между машиной и пользователем. ЭВМ запрашивает начальный адрес в АИ-4096 (INITIAL ADDRESS) и длину массива в каналах (LENGTH), затем начальный машинный адрес поля данных в ТРА (ORIGINAL). Если переборс осуществлен правильно, то на телетайпе печатается "0.K!". Имеются следующие обозначения ошибок:

а/ "NO CONNECTION!" - отсутствует связь между АИ-4096 и ТРА.

б/ "ERROR!" - сбой добавления единицы в адресный регистр.

Пример:

`TI INITIAL ADDRESS=2048 LENGTH=1024 ORIGINAL=1024 0.K!`

8.3 TI - переборс накопленной информации (4096-канальный спектр) с анализаторов ВМ-96 и ТРИДАК-С на ТРА

(LOAD DATA BLOCK FROM ANALIZER "INTERTECHNIQUE" INTO TRA)

Переборс совершается без диалога на полное поле данных ТРА.

8.4 IND - ввод перфолент (INPUT DATA TAPES)

а/ Ввод перфолент ТРА. Эти ленты содержат "шапку" (заметки о содержании ленты), поэтому после вызова приказа сначала печатается текст шапки, а затем, если ввод продолжается, нажимается клавиша "пропуск" (SPACE) и совершается ввод. При правильном вводе ЭВМ

печатает на телетайпе: "0.K!". В случае ошибки при вводе ЭВМ сообщает о характере ошибки:

1/ WORD ERROR! - ЭВМ не нашла символа окончания слова.

2/ PARITY ERROR! - ошибка четности.

3/ CHECKSUM ERROR! - ошибка в контрольной сумме.

б/ Ввод перфолент с "МИНСК-32" и АИ-4096. Ввод данных совершается без остановки сразу же после вызова приказа `IND`. При правильном вводе печатается "0.K!", а при неправильном - указываются ошибки только типа 1/ и 2/, так как ленты не содержат контрольной суммы.

8.5 IN - ввод перфолент в двоично-десятичном коде

(INPUT "BCD" TAPES)

Перед вводом перфоленты необходимо задать начальный адрес в ТРА, куда будет вводиться информация. При правильном вводе печатается "0.K!"

8.6 IN (BIN) - ввод перфолент типа "BIN"

(INPUT BIN-FORMAT TAPES INTO MEMORY MODULE "Q")

Программные ленты, написанные в стандарте BIN, вводятся в "Q" куб ОЗУ ТРА. При правильном вводе печатается "0.K!", при ошибочном - "CHECKSUM ERROR!"

9. Приказы вывода информации

9.1 RVB RVB - вывод на телетайп заметок из буфера текста

(PRINT OUT FROM THE TEXT-BUFFER THE STORED MESSAGES)

Дважды нажимая клавишу `RVB RVB`, можно отпечатать текст, находящийся в буфере текста. Например, после ввода программы "ЮПИТЕР-16" приказом `RVB RVB` получим текст: "INTERACTIVE ON-LINE PACKAGE "JUPITER-16" 1973".

9.2 OG (G) - графическое построение спектра или его участка

(OUTPUT GRAPHICS WITH "Q" STEPS OF CHANNEL)

Графический вывод гистограммы спектра требует его отметки маркерами. Перед приказом `OG (G)` ЭВМ печатает номер наблюдаемого сектора. Каждая строка гистограммы содержит адрес, энергию, значение содержимого и ординату канала. График строго повторяет масштаб

наблюдения. Возможен вывод частей гистограммы через каждые "◇" каналов.

Процесс вывода может быть прекращен в любой момент нажатием любой клавиши телетайпа или вызовом нового приказа.

Пример вывода:

AX69
BX93

```

OG1 FOR SECTOR 0
+ 69 + 69.000 + 554.000-----*
+ 70 + 70.000 + 601.000-----*
+ 71 + 71.000 + 597.000-----*
+ 72 + 72.000 + 669.000-----*
+ 73 + 73.000 + 774.000-----*
+ 74 + 74.000 + 902.000-----*
+ 75 + 75.000 + 1161.000-----*
+ 76 + 76.000 + 1440.000-----*
+ 77 + 77.000 + 1649.000-----*
+ 78 + 78.000 + 1802.000-----*
+ 79 + 79.000 + 1791.000-----*
+ 80 + 80.000 + 1947.000-----*
+ 81 + 81.000 + 2078.000-----*
+ 82 + 82.000 + 2411.000-----*
+ 83 + 83.000 + 2573.000-----*
+ 84 + 84.000 + 2770.000-----*
+ 85 + 85.000 + 2398.000-----*
+ 86 + 86.000 + 1998.000-----*
+ 87 + 87.000 + 1493.000-----*
+ 88 + 88.000 + 1115.000-----*
+ 89 + 89.000 + 854.000-----*
+ 90 + 90.000 + 715.000-----*
+ 91 + 91.000 + 632.000-----*
+ 92 + 92.000 + 543.000-----*
+ 93 + 93.000 + 468.000-----*

```

```

OG3 FOR SECTOR 0
+ 69 + 69.000 + 554.000-----*
+ 72 + 72.000 + 669.000-----*
+ 75 + 75.000 + 1161.000-----*
+ 78 + 78.000 + 1802.000-----*
+ 81 + 81.000 + 2078.000-----*
+ 84 + 84.000 + 2770.000-----*
+ 87 + 87.000 + 1493.000-----*
+ 90 + 90.000 + 715.000-----*
+ 93 + 93.000 + 468.000-----*

```

9.3 TP - табличный вывод участка спектра, отмеченного маркерами (TABLE PRINT OF THE CONTENTS BETWEEN THE MARKERS)

Любой участок спектра, отмеченный маркерами, распечатывается в таблицу. Изображение маркеров на экране необязательно. Масштаб изображения произвольный.

```

AX257
BX280
TP FOR SECTOR 0 0/5 1/6 2/7 3/8 4/9
+ 255 + 255.000 + 229.000+ 267.000+ 310.000+ 269.000+ 290.000
+ 260 + 260.000 + 367.000+ 446.000+ 502.000+ 564.000+ 635.000
+ 265 + 265.000 + 651.000+ 732.000+ 757.000+ 749.000+ 802.000
+ 270 + 270.000 + 793.000+ 911.000+ 954.000+ 1040.000+ 1055.000
+ 275 + 275.000 + 901.000+ 1122.000+ 1348.000+ 1680.000+ 1234.000
+ 280 + 280.000 + 1145.000+

```

В каждой строке распечатывается энергия каждого пятого канала, а содержимое - каждого канала. Табличный вывод останавливается после полного вывода отмеченного участка или нажатием любой клавиши телетайпа, или вызовом нового приказа.

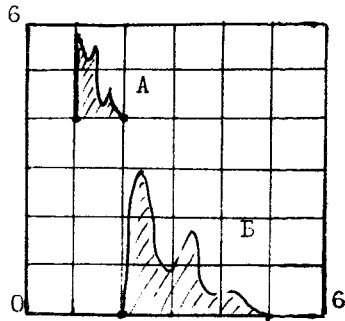
9.4 PD - вывод на перфоленту участка спектра, отмеченного маркерами (PUNCH DATA BETWEEN THE MARKERS).

По приказу PD быстрый перфоратор PE-1500 пробивает несколько сантиметров ленты с синхродорожкой (LEADER TRAILER CODES), и ЭВМ ожидает пробивку служебных заметок ("шапку"). Затем нажимается клавиша RUBOUT (ASCII код 377) - и осуществляется пробивка содержания выбранного участка спектра. В конце массива ЭВМ снова пробивает участок ленты с синхродорожкой и контрольную сумму.

9.5 PH - вывод на перфоленту, управляющую графикостроителем ДРП-3 (PUNCH TAPE FOR PLOTTER CONTROL)

По приказу PH начинается диалог ЭВМ-пользователь. ЭВМ запрашивает масштабы по X и Y (MX= , MY=) и координаты начальной точки на графикостроителе (X0= , Y0=). Рабочее поле графикостроителя (800x800 мм) условно разбито на 6x6=36 квадратов со сторонами 128 мм. MX определяет количество клеток на 512-канальный спектр, MY - количество клеток на изображение содержимого канала. Длина λ - канального спектра = $\lambda \cdot MX \cdot 128 / 512$ мм. Стартовая точка рисунка P(X0, Y0) также определяется в масштабе клеток. Для MX=1 один канал имеет длину 0,25 мм.

Максимальная длина спектра - 512 каналов. Выбранный участок должен быть виден на экране осциллографа без сжатия. Гистограмма на графикостроителе точно повторяет картину, видимую на экране.



Примеры:

Спектр А (МХ=1,МУ=2,
ХО=1,УО=4)

Спектр Б (МХ=3,МУ=3,
ХО=2,УО=0)

9.6 PA – вывод на перфоленту адреса маркера "А"

(PUNCH ADDRESS OF MARKER "A")

Приказ PA служит для разметки приблизительного местонахождения пиков и вывода их на перфоленту для дальнейшей обработки на ЭВМ "МИНСК-32". Перфорация производится на быстром перфораторе PE-1500.

10. Специальные приказы

10.1 TR – транслятор для вычисления простейших арифметических зависимостей с различными переменными

(TRANSLATOR FOR NUMERICAL CALCULATION)

Максимальный объем программы, созданной компилятором, – 2 страницы. (256 машинных слов). Компиляция осуществляется по строкам, которые по своим значениям могут быть декларационными, вычислительными или текстовыми. Строки имеют определенные символы начала и конца.

Программирование всегда начинается декларацией используемых независимых переменных, обозначенных произвольными буквами алфавита. Символом начала декларации является характер "<", а символом окончания (терминатором) – ">". Повторная декларация разрешается, при этом все предыдущие декларации теряют свою силу.

Строки вычисления начинаются знаком "+" или "-", стоящим перед буквой или числом. Кроме числовых констант и буквенных переменных, строки содержат символы арифметических действий. Терминатором является или знак вывода численного результата на телетайп " = ", или символ присваивания (промежуточная переменная) – буква, следующая за знаком равенства (например, " =x").

Аргументом арифметических действий является полное выражение, стоящее в данной строке перед знаком операции.

Строки оформления вывода текстов на телетайп начинаются и кончатся знаком "@". Любые характеры телетайпа запоминаются в соответствующей части изготовленной программы. Максимальное число запоминаемых текстовых характеров 142. Характер "пропуск" (SPACE) используется только для выделения числа, но не букв. После знака арифметического действия (+, -, *, /) необходимо печатать букву без знака или число (со знаком или без знака), следующее за символом начала числа "┌". Нарушение этих синтаксических правил ведет к сбросу данной строки и перед переходом на новую строку символизируется знаком "&". В каждой строке машина информирует пользователя о количестве свободных слов для приема программы на первую, а затем на вторую страницу и о количестве свободных буферных мест текстовых характеров.

Символом окончания программирования является знак "s". После этого ЭВМ готова принимать новые приказы. Программа готовится в машинном коде и может быть выведена на перфоленту для дальнейшего использования приказом PP (10.2) или для повторных вычислений приказом RE (10.3).

Символические обозначения:

< > – декларация переменных, + сложение, – вычитание, * умножение, / деление, #s синус, #c косинус, #A арктангенс, #L натуральный логарифм, #E возведение в степень, ' возведение в квадрат, \ извлечение квадратного корня, - вывод результата на печать, = присваивание, @ начало и конец текста, A...Z символы переменных, * ошибка, s конец программы.

Пример использования компилятора:

Определить значение функции

$$Y(U, V, Z) = 2.763U \left(\sin^2 Z + \cos e^{-\frac{1.43UZ}{2.1V}} \right) + 4.3 \sqrt[5]{4} \left(\sin^3 Z + \cos e^{-\frac{1.43UZ}{2.1V}} \right)$$

при разных значениях независимых переменных U, V, Z.

```

TR+ 121
<UVZ>
+ 121 +U#L=A
+ 115 - 1.43 *U*Z/A#E#C=B
+ 100 +Z#S#L.* 3 #E+B=B
+ 86 +A* 0.8 #E* 4.3 *B=A
+ 70 #:+ 142:Y= #
+ 64 +B!* 2.763 *U+A-
+ 46 $

```

10.2 PP - вывод на перфоленту программы арифметических вычислений, выполненной с помощью компилятора "TR"

(PUNCH OF PROGRAMM MADE BY COMPILER "TR")

По приказу PP перфорируются служебные коды 200₈ на перфораторе PE-I500, затем пользователь вводит "шапку". Окончанием "шапки" служит код RUVOUT (377₈). Далее перфорируется программа вычислений в формате BIN .

10.3 RE - вывод на телетайп результатов программы вычислений компилятора "TR" (RESULTS OF PROGRAMM MADE BY COMPILER "TR").

По приказу RE ЭВМ опрашивает мгновенные значения декларированных переменных и, в соответствии с программой, формирует вывод на телетайп вычисленных результатов. Например, для функции на стр. 17:

```

RE
U=2
V=10
Z=90

```

```

Y= + 62.760

```

10.4 OP - октальный вывод и ввод кодов в ОЗУ по I6K

(OCTAL PRINT AND RECTIFY OF CODES FOR I6K MEMORY)

По этому приказу совершается возврат каретки в новую строку. После нажатия клавиши SPACE - "L" пользователь выбирает номер куба ОЗУ (число от 0 до 3) и вновь нажимает клавишу "L". Каретка возвращается с переходом на новую строку, и пользователь может задать:

1. Адрес произвольного канала (восьмеричное число из четырех знаков), после чего печатается его содержание. Нажатием клавиши "L" можно продолжить вывод содержания следующего канала.

2. Автоматический вывод содержания группы каналов, задавая начальный и конечный адреса каналов.

3. Изменить содержание выбранного канала. Для этого после печати

содержания выбранного канала печатается новое содержание в октальной форме и нажимается клавиша "RUVOUT" .

Приказ заканчивается нажатием клавиши "RETURN" .

Пример работы с приказом OP:

```

└ MODULE= 1 └ ( выбор куба )
3171 7747 └ ( последовательный вывод )
3172 7741 3175 └
3173 7715
3174 7731
3175 7777 7710 RUVOUT ( изменение содержания )
3176 7717 3175 └
3175 7710
RETURN

```

10.5 AM - автоматизированный режим работы

(AUTOMATIC-MODE DATA PROCESSING)

Обработка спектров обычно производится в интерактивном режиме с управлением от приказов, набираемых пользователем. Поскольку некоторые этапы обработки (например, графический и табличный вывод на телетайп) занимают значительное время, то предусматривается автоматизация процесса обработки путем вызова приказа AM. В этом случае обработка происходит под управлением приказов, пробитых предварительно на перфоленту в необходимой последовательности.

Изготовление управляющих перфолент осуществляется на телетайпе. После приказов необходимо печатать всю информацию (аргументы, символы ответов), которая требуется в процессе выполнения данного приказа. Например, если в автоматизированном режиме вводится спектр с перфоленты, то после приказа IND необходимо печатать пробел "L", так как после приказа IND ЭВМ печатает только "шапку" с вводимой ленты и ждет разрешения ввода информации в ОЗУ. Если необходимо вывести информацию на перфоленту, то после приказа PD печатается "шапка" и символ ее окончания "RUVOUT". Только после этого совершается вывод данных, отмеченных маркерами в выбранном диапазоне. Например:

```

PD EXPERIMENT 0.7 GAMMA-GAMMA COINC.3.02.1974. --"RUVOUT"

```

Переход в новую строку (RETURN - LINE FEED) разрешается

только после комплектации приказов. Символом окончания автоматизированного режима служит приказ IM.

Например, для автоматизированной обработки 4096-канального спектра с табличным выводом и распечаткой 64-канальных гистограмм может быть предложена следующая программа:

```
NSO
PP
CT
LSO 0 4096
IND
WC3.563 1.75
LY6
LY15
BX63
OG1
OS
PX64
AX64
BX127
LY14
OG1
OS
PX128
.
.
.
AX0
BX4095      TP      IM
```

Переход в автоматизированный режим работы производится следующим образом:

1. Набрать приказ AM.

2. Управляющую ленту установить в читающее устройство ASX-33.

3. Перфоленту со спектром установить в FS-1500.

4. Тумблер читающего устройства телетайпа поставить в среднее положение.

5. Нажать клавишу телетайпа "SPACE".

IO.6 IM - интерактивный режим работы

(INTERACTIVE-MODE DATA PROCESSING)

Этот приказ используется для окончания автоматизированного режима работы. Перед выполнением приказа тумблер считывающего устройства телетайпа устанавливается в нижнее положение.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ИНСТРУКЦИЯ ПО РАБОТЕ С ПРОГРАММНЫМ ПАКЕТОМ "ЮПИТЕР-16"

I. Ввод программы

I.1 Проверить наличие в памяти ЭВМ ТРА программы "RIM LOADER"

(программы-загрузчика материала, записанного в формате RIM).

На пульте ЭВМ имеется таблица адресов и содержаний RIM LOADER, в наличии которой в ОЗУ необходимо убедиться.

а/ Установить на клавишном регистре число 7756.

б/ Занести число 7756 в адресный регистр, для чего нажать на клавишу "LOAD ADDR."

в/ Проверить содержание ячейки с выбранным адресом 7756 - нажать на клавишу "EXAM". На регистре пульта "MEMORY BUFFER" должно появиться первое значение таблицы: 6014.

г/ Нажать клавишу "EXAM". На регистре MEMORY BUF должно появиться следующее значение таблицы: 6011.

д/ Аналогичным образом проверяются все табличные значения "RIM LOADER".

Если табличные значения совпадают, то можно перейти к пункту I.3, если же есть отличие, то необходимо табличные значения "RIM LOADER" занести в ОЗУ вручную (см. пункт I.2).

I.2 Занесение в память ТРА программы "RIM LOADER"

а/ Установить на клавишном регистре число 7756.

б/ Занести число 7756 в адресный регистр нажатием клавиши LOAD ADDR.

в/ Установить на клавишном регистре первое число таблицы: 6014.

г/ Нажать на клавишу "LOAD MEMORY".

д/ Установить на клавиатуре следующее число таблицы, нажать клавишу "LOAD MEM." и проделать эти операции для всех чисел таблицы.

Примечание: При каждом нажатии клавиши "LOAD MEM" происходит автоматическое добавление единицы к содержанию адресного регистра.

е/ Прodelать все операции пункта I.I

I.3 Ввод программы UBL - универсального BIN LOADER

(программы-загрузчика материала в формате BIN)

а/ Установить перфоленту с программой UBL в считывающее устройство FS -1500.

б/ Установить на клавишном регистре число 7756.

в/ Нажать клавишу "LOAD ADDR."

г/ Нажать клавишу "START". Идет ввод ленты.

д/ По окончании ввода ленты нажать клавишу "STOP"

I.4 Ввод программы "ЮПИТЕР-16" в модуль "0" ОЗУ ТРА

а/ Установить программную ленту модуля "0" в FS -1500.

б/ Установить на клавишном регистре число 7600.

в/ Нажать клавишу "LOAD ADDR."

г/ Установить на клавишном регистре число 3600.

д/ Нажать клавишу "START". Идет ввод ленты.

I.5 Ввод программы "ЮПИТЕР-16" в модуль "I" ОЗУ ТРА

а/ Установить программную ленту модуля "I" в FS -1500.

б/ Установить на клавишном регистре число 7600.

в/ Нажать клавишу "LOAD ADDR."

г/ Установить на клавишном регистре число 3601.

д/ Нажать клавишу "START". Идет ввод ленты.

Примечание: Если после ввода программы в аккумуляторе оказалось число, отличное от нуля, то при вводе допущена ошибка и необходимо повторить все пункты ввода (I.I + I.5).

II. Пуск программы

а/ Установить на клавишном регистре число 0200.

б/ Нажать клавишу "LOAD ADDR."

в/ Нажать клавишу "START".

Дальнейшая работа с программой "ЮПИТЕР-16" осуществляется посредством команд-приказов, передаваемых с телетайпа.

III. Передача данных с АИ-4096 в ОЗУ ТРА

1. На АИ-4096:

а/ Поставить переключатель рода работы в положение "НАБЛЮДЕНИЕ".

б/ Включить тумблер "Т" в верхнее положение.

в/ Установить на БУО наблюдение всех 4096 каналов.

2. На центральном пульте измерительного центра:

а/ Включить питание пульта.

б/ Нажать клавишу "ТРА" на Т-коммутаторе.

в/ Нажать клавишу выбора стойки АИ-4096 (I + 5) на Т-коммутаторе.

г/ Нажать все пять клавиш на "КОММУТАТОРЕ ВВОДА ИНФОРМАЦИИ".

3. На ЭВМ ТРА-1001:

Дать с телетайпа приказ : "ТТ".

IV. Передача данных с анализаторов измерительного центра №2

(БМ-96 и TRIDAC-C) в ОЗУ ТРА

1. На анализаторах: установить переключатели рода работы на вывод информации.

2. На центральном пульте измерительного центра произвести операции а, б, в, аналогичные передаче данных с АИ-4096, и отжать все пять клавиш на "КОММУТАТОРЕ ВВОДА ИНФОРМАЦИИ".

3. На ЭВМ ТРА: дать с телетайпа приказ : "ТТ".

Рукопись поступила в издательский отдел
15 ноября 1974 г.