



**МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭВМ
ОБРАБОТКИ
ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ**

ПРОГРАММА „ИЗОЛИНИЯ-3“

(МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ)

НОВОСИБИРСК-1971

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ СО АН СССР
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИБИРСКИЙ НАУЧНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГЕОЛОГИИ ГЕОФИЗИКИ И МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ
МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР

Головкин В.А., Романенко Ю.А., Шемякина К.А.,
Шемякин М.Л.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭВМ
ОБРАБОТКИ
ГЕОЛОГО - ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ**

ПРОГРАММА "ИЗОЛИНИЯ-3"

Ответственный редактор
член-корреспондент АН СССР
Э.Э. Фотиади

НОВОСИБИРСК-1971

УДК 550-831.550.838: 550.83

А Н Н О Т А Ц И Я

Излагается способ рисовки карт геофизических полей и геологических построений в изолиниях с помощью ЦВМ и графопостроителей.

Приводится алгоритм и операторная схема, обеспечивающие автоматическое вычерчивания плавных изолиний, при этом исходные значения должны быть заданы в узлах равномерной прямоугольной сетки.

Предлагается опытный вариант программы для ЭЦВМ типа М-20, М-220, БЭСМ-3М, БЭСМ-4.

Настоящий выпуск, включающий программу "Изолиния-3", является третьим в серии опубликованных нами методических пособий по вычерчиванию изолиний с помощью цифровых вычислительных машин (ЦВМ) и специальных графопостроителей (ГП), используемых в практике интерпретации геофизических данных.

Карты изолиний являются одним из основных способов наглядного изображения геолого-геофизической информации в графическом виде. На вычерчивание карт изолиний вручную затрачивается много времени и средств при решении научных и производственных задач в геологии и геофизике.

В работе излагаются основные принципы и методы машинного вычерчивания карт изолиний. При разработке описанных ниже алгоритмов и программ и машинной реализации их учитывается соблюдение одного из основных условий наглядного изображения изолиний - их плавность с учетом поведения функции внутри принятой области, что является основным отличием от предыдущих предложенных нами способов / 2,3 /. Этому требованию, по нашему мнению, удовлетворяет метод, состоящий из вычисления по значениям функции в узлах равномерной прямоугольной сетки значений функции в узлах более мелкой сетки; построения последовательности точек изолиний по значениям в узлах новой сетки и сглаживания их. Для вычисления значений функции в узлах более мелкой сетки, а также для отображения изолиний предложен способ кусочной интерполяции заданной функции сопряженными отрезками полиномов третьего порядка.

Данное методическое пособие состоит из четырех частей. В первой части описывается модель построения интерпретатором плавных изолиний, при этом дается формулировка вопроса, вводятся определения, предложения /часть I, пункт I/. Описана задача уплотнения геолого-геофизических данных /часть I, пункт 2/. С целью получения промежуточных значений функции внутри элементарного квадрата сетки предлагается аппроксимацию функции проводить с

помощью полиномов третьего порядка, коэффициенты которых находятся с учетом поведения функции в соседних с рассматриваемым квадратом точках. Дан способ построения последовательностей точек пересечения изолиний с линиями сетки, где освещены вопросы определения координат точек ячейки в случае задания координат левого нижнего угла; отыскания точки выхода изолинии из ячейки при наличии точки входа; построения последовательностей замкнутой и незамкнутой изолиний /часть I, пункт 3/. Приводится метод плавного соединения точек изолинии путем вычисления промежуточных с применением гладкой интерполирующей функции /часть I, пункт 4/.

Во второй части описана блок-схема программы "Изолиния-3". Дается краткая характеристика всех блоков, описывается работа операторных схем блоков размельчения матрицы поля и интерполирования изолинии. Приводится инструкция для работы с программой.

В третьей части дается программа "Изолиния-3" с пояснениями и тестовый пример к ней /часть 3/.

Настоящая работа является результатом исследований сотрудников ИГиГ СО АН СССР, НГУ МВ и ССО РСФСР, СНИИГГиМС МГ СССР и научно-производственного объединения "Факел" при Советском РК ВЛКСМ г. Новосибирска. Часть первая методического пособия написана Ю.А. Романенко (п. 2, 3, 4) и М.Л. Шемякиным (п. 1, 3, 4), часть вторая - В.А. Головкиным и К.А. Шемякиной при участии М.Л. Шемякина, часть третья - В.А. Головкиным. В исследованиях по разработке способа построения плавных изолиний с применением полиномов третьей степени принимали также участие А.Ф. Богданова, А.Ф. Демчук, З.М.Соколова, Э.К. Ширшова.

В процессе работы авторы пользовались консультациями и советами Д.А. Воронина, Г.И. Каратаева, В.С. Суркова, В.Н.Стрехова, Д.Ф. Уманцева, которым выражают свою благодарность.

Авторы будут признательны всем лицам, которые выскажут свои замечания по публикуемой работе.

ВЫЧЕРЧИВАНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ КАРТ ИЗОЛИНИЙ С ПОМОЩЬЮ ЦВМ И ГРАФОПОСТРОИТЕЛЕЙ

п. I. Формулировка вопроса. Определения.

Предложения.

Рассмотрим двумерную прямоугольную область R , на которой определена геолого-геофизическая функция $z(x, y)$. Начальным уровнем назовем плоскость $z_H(x, y) = const$, на которой задана область R . Множеством уровней назовем совокупность плоскостей

$$z_\eta(x, y) = const_\eta, \quad \eta = 1, 2, \dots, u,$$

$$z_\eta(x, y) = z_H(x, y) + \Delta z \cdot \eta$$

$$z_{min} \leq z_\eta \leq z_{max},$$

Δz - фиксированное число.

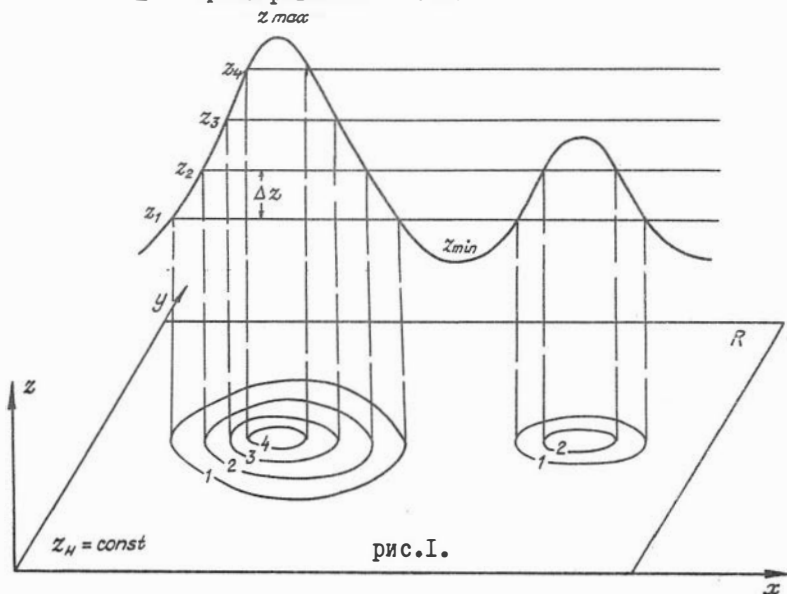


рис. I.

Семейством изолиний S_{σ} , $\sigma = 1, 2, \dots, S$, соответствующих данному уровню z_{σ} , назовем совокупность линий пересечения $z(x, y)$ с плоскостью z_{σ} . По числу уровней z_{σ} получаем n семейств изолиний (рис. 1). Замкнутой изолинией назовем такую, для которой, двигаясь из любой точки её в принятом произвольном направлении обхода, вернемся в исходную точку. В противном случае изолинию назовем незамкнутой. Карту изолиний образуют все изолинии, спроектированные на плоскость $z_H(x, y) = \text{const}$ (рис. 2).

Теперь будем считать, что геолого-геофизическая функция задана в произвольных точках области R , по которым, применив тот или иной метод / 6, 8 /, определим новую таблицу значений

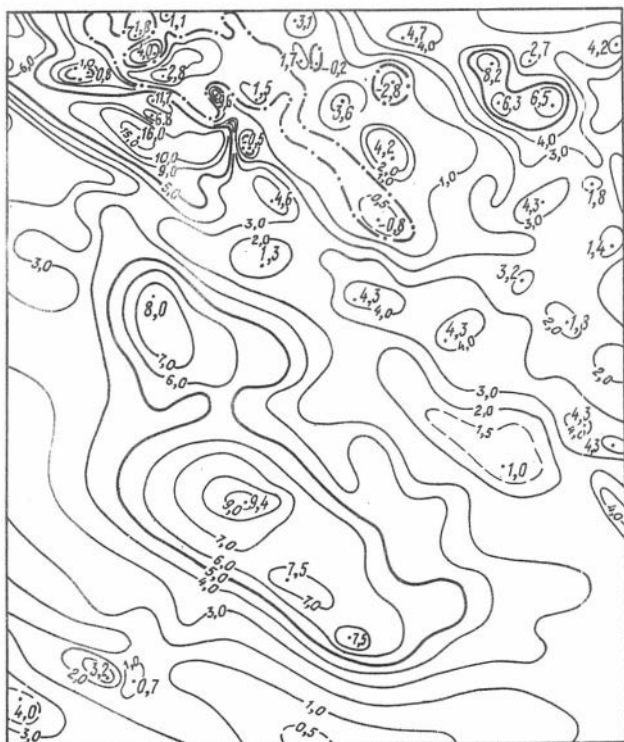


рис. 2

функции в узлах равномерной прямоугольной сетки, которую зададим прямыми (рис. 3):

$$x_i = x_0 + i \cdot \Delta x, \quad i = 0, 1, \dots, N,$$

$$y_k = y_0 + k \cdot \Delta y, \quad k = 0, 1, \dots, M.$$

Границами области будут линии

$$x = x_0, \quad x = x_N,$$

$$y = y_0, \quad y = y_M$$

Каждую ячейку сетки со сторонами Δx и Δy будем характеризовать номером ячейки (координатами её левого нижнего угла) и направлением обхода сторон против часовой стрелки. Первой стороной будем считать нижнюю горизонтальную (рис. 3).

Нужно по значениям функции $x(x, y)$, определенным в узлах равномерной прямоугольной сетки, построить последовательности точек изолиний M_1, M_2, \dots, M_p . Точки в каждой изолинии должны быть упорядочены в соответствии с перемещением пе-

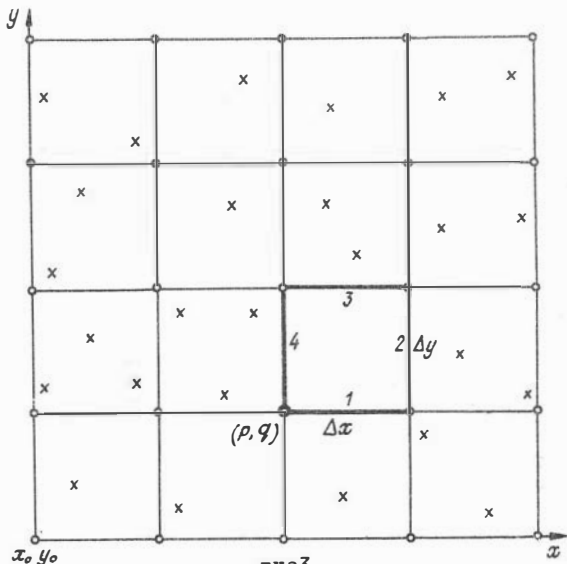


рис 3

ра графопостроителя от начальной точки последовательности ко второй и т.д. Начальной точкой считается для незамкнутой изолинии граничная точка области R , для замкнутой - любая. Последовательности точек изолиний должны быть такими, чтобы обеспечивалась плавность их вычерчивания графопостроителем и чтобы изолинии не пересекались.

В качестве последовательностей точек изолиний будем сначала искать последовательности точек пересечения изолиний с линиями равномерной прямоугольной сетки (рис. 6).

Введем ограничения:

1. Значение функции в узле сетки не совпадает со значением уровня.
2. Значения функции вдоль сторон ячейки, а также вдоль полудиagonalей меняются линейно.

Из этих ограничений следует:

1. Последовательность точек изолинии может состоять из двух или более двух точек.
2. Изолиния пересекает сторону ячейки только в одной точке.
3. Изолиния со сторонами ячейки сетки может иметь только 2 или 4 общих точки.

При автоматическом построении плавных изолиний предлагается использовать промежуточные значения функции в узлах более мелкой сетки, полученные уплотнением заданных значений (рис.4).

п. 2. Метод уплотнения значений геолого-геофизической функции

Пусть даны значения поля $z(x, y)$ в узлах равномерной прямоугольной сетки

$$z_{i,k} = f(x_i, y_k); \quad i = 0, 1, 2, \dots, l; \quad k = 0, 1, 2, \dots, n;$$

$\Delta x, \Delta y$ - шаги сетки по оси x, y соответственно. Аппроксимацию этой функции с целью получения промежуточных значений

$$Pz_q(u_l, v_q); \quad l = 0, 1, \dots, w; \quad q = 0, 1, \dots, s \quad (1)$$

с шагом $\delta x, \delta y$ по оси x и y соответственно

$\Delta x = w \delta x; \quad \Delta y = s \delta y$ внутри элементарного квадрата сетки

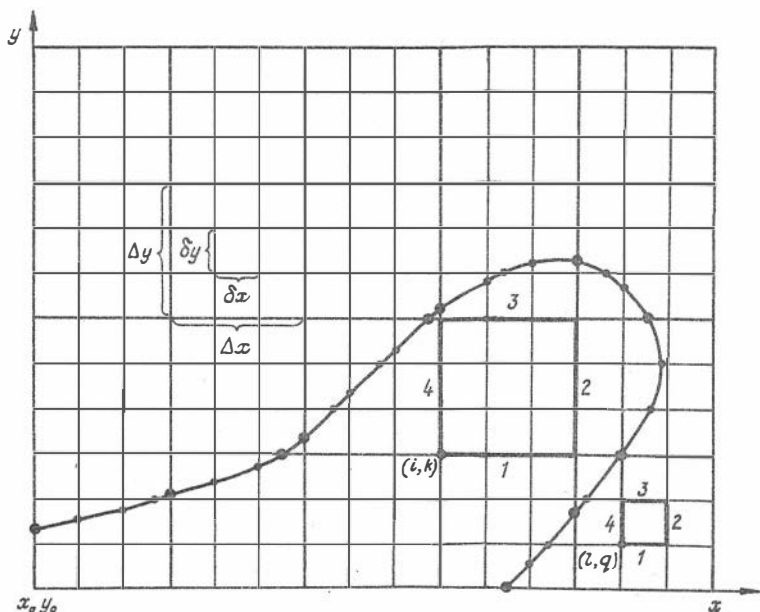


рис.4

можно провести с помощью полиномов 3-го порядка, коэффициенты которых находятся с учетом углов наклона кривой, заданных по формуле Лагранжа [9, 10].

Для аппроксимации функции в пределах каждого элементарного квадрата сетки с вершинами в точках (x_i, y_k) ; (x_{i+1}, y_k) ; (x_{i+1}, y_{k+1}) ; (x_i, y_{k+1}) необходимо знать значение поля в 10-ти прилегающих к квадрату соседних точках (помеченных символом * на рис. 5).

Построим четыре полинома третьего порядка:

$$P(x, v) = \vartheta_0 + \vartheta_1 v + \vartheta_2 v^2 + \vartheta_3 v^3; \quad i = i-1, i, i+1, i+2, \quad (2)$$

которые представляют собой уравнения линий пересечения полинома $P(u, v)$ и плоскостей $x_i = const$, $i = i-1, i, i+1, i+2$,

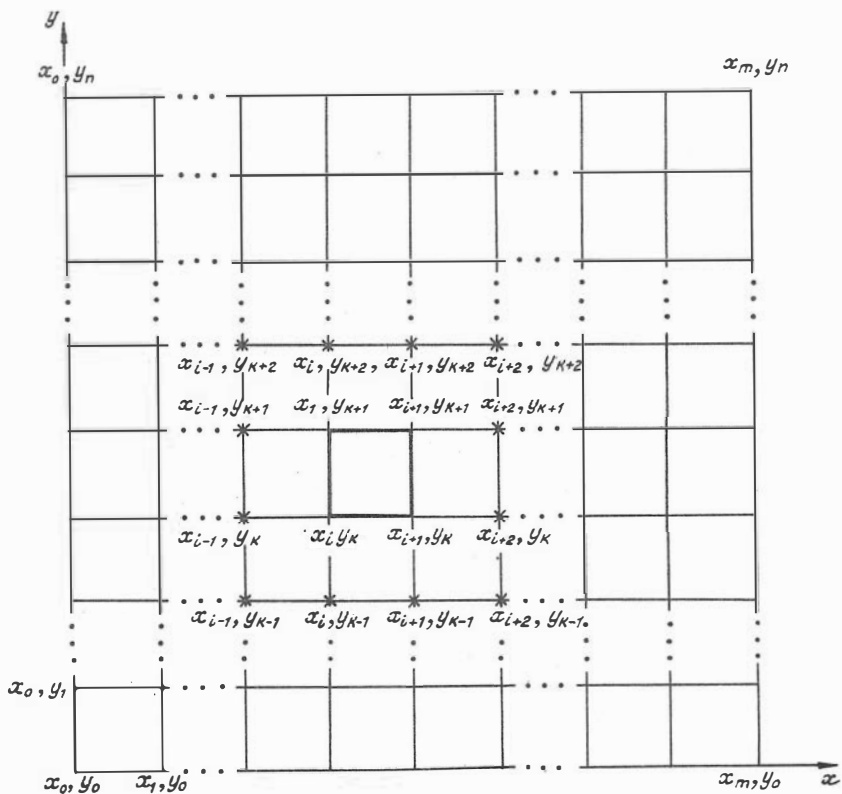


рис. 5

где

$$\beta_3 = \frac{z_{i,k+2} - 3z_{i,k+1} + 3z_{i,k} - z_{i,k-1}}{2\Delta y^3},$$

$$\beta_2 = \frac{z_{i,k+2} - z_{i,k} - z_{i,k+1} + z_{i,k-1}}{4\Delta y} - \frac{3}{2}\beta_3(2y_k + \Delta y), \quad (3)$$

$$\beta_1 = \frac{z_{i,k+1} - z_{i,k-1}}{2\Delta y} - y_k(2\beta_2 + 3\beta_3 y_k),$$

$$\beta_0 = z_{i,k} - y_k \beta_1 - y_k^2 \beta_2 - \beta_3 y_k^3;$$

$i = i-1, i, i+1, i+2$, и которые совпадают с функцией $z_{i,k}$ в точках $(x_{i-1}, y_k); (x_{i-1}, y_{k+1}); (x_i, y_k); (x_i, y_{k+1}); (x_{i+1}, y_k); (x_{i+1}, y_{k+1}); (x_{i+2}, y_k); (x_{i+2}, y_{k+1})$ и имеют производные в этих точках:

$$P'_y(x_i, y_k) = \frac{z_{i,k+1} - z_{i,k}}{2\Delta y},$$

$$P'_y(x_i, y_{k+1}) = \frac{z_{i,k+2} - z_{i,k}}{2\Delta y}, \quad i = i-1, i, i+1, i+2.$$

В том случае, когда $y_k = y_0$, т.е. начальная точка отрезка аппроксимации лежит на нижней границе, коэффициенты полинома (I) находятся по следующим формулам:

$$v_3 = \frac{z_{i,k} - 2z_{i,k+1} + z_{i,k+2}}{2\Delta y^3};$$

$$v_2 = -v_3(3y_k + \Delta y);$$

$$v_1 = \frac{z_{i,k+1} - z_{i,k}}{\Delta y} + v_3 y_k(2\Delta y + 3y_k);$$

$$v_0 = z_{i,k} - v_1 y_k + v_3 y_k^2 \Delta y + 2v_3 y_k^3.$$
(4)

В случае, когда конечная точка отрезка аппроксимации лежит на верхней границе, т.е. $y_{k+1} = n \cdot \Delta y$, коэффициенты полинома находятся следующим образом:

$$v_3 = \frac{2z_{i,k} - z_{i,k+1} - z_{i,k+1}}{2\Delta y^3},$$

$$v_2 = -v_3(2\Delta y + 3y_k);$$

$$v_1 = \frac{z_{i,k+1} - z_{i,k}}{2\Delta y} + v_3 y_k(4\Delta y + 3y_k),$$

$$v_0 = z_{i,k} - v_1 y_k + 2v_3 y_k^2(\Delta y + y_k).$$
(5)

Применение формул /4/ и /5/ необходимо в связи с заданием производных в граничных точках в соответствии со следующими выражениями:

$$P'_v(x_i, y_k) = \frac{z_{i,k+1} - z_{i,k}}{\Delta y}, \quad \text{где } y_k = y_0,$$

$$P'_v(x_i, y_k) = \frac{z_{i,k} - z_{i,k-1}}{\Delta y}, \quad \text{где } y_k = n\Delta y; \quad i = i-1, i, i+1, i+2.$$

Подставив в /I/ значения коэффициентов для каждого из 4-х полиномов, находим промежуточные значения

$$P_{i_2}(x_i, v_2); \quad i = i-1, i, i+1, i+2; \quad q = 0, 1, \dots, S; \quad v_0 = y_k, \quad v_5 = y_{k+1}. \quad (6)$$

Далее в пределах данного элементарного квадрата сетки находим промежуточные точки

$$P(u_l, v_q), \quad l = 0, 1, \dots, w; \quad q = 0, 1, \dots, S; \quad u_0 = x_i; \quad u_w = x_{i+1}.$$

Для этого составляем уравнения кривых

$$P(u_l, v_q) = a_0 + a_1 u + a_2 u^2 + a_3 u^3, \quad q = 0, 1, \dots, S,$$

где

$$a_3 = \frac{P_{i+2,q} - 3P_{i+1,q} + 3P_{i,q} - P_{i-1,q}}{2\Delta x^3};$$

$$a_2 = \frac{P_{i+2,q} - P_{i,q} - P_{i+1,q} + P_{i-1,q}}{4\Delta x^2} - \frac{3}{2} a_3 (2x_i + \Delta x); \quad (7)$$

$$a_1 = \frac{P_{i+1,q} - P_{i-1,q}}{2\Delta x} - x_i (2a_2 + 3a_3 x_i);$$

$$a_0 = P_{i,q} - x_i a_1 - x_i^2 a_2 - a_3 x_i^3.$$

Затем, подставив в /6/ найденные величины коэффициентов с шагом δx , вычисляем искомые промежуточные значения функции $P_{i,q}$ для всех

$$u_l = u_0 + l\delta x; \quad l = 0, 1, \dots, w; \quad v_0 = x_i; \quad u_w = x_{i+1}.$$

Для граничных точек отрезков аппроксимации вместо /7/ для нахождения коэффициентов необходимо пользоваться следующими выражениями:

$$x_i = x_0,$$

$$a_3 = \frac{P_{i,q} - 2P_{i+1,q} + P_{i+2,q}}{2\Delta x^3},$$

$$a_2 = -a_3 (3x_i + \Delta x),$$

$$a_1 = \frac{P_{i+1,q} - P_{i,q}}{\Delta x} + a_3 x_i (2\Delta x + 3x_i),$$

$$a_0 = P_{i,q} - a_1 x_i + a_3 x_i^2 \Delta x + 2a_3 x_i^3,$$

$$x_i = x_m,$$

(8)

$$a_3 = \frac{2P_{i,q} - P_{i+1,q} - P_{i-1,q}}{2\Delta x^3},$$

$$a_2 = -a_3 (2\Delta x + 3x_i),$$

$$a_1 = \frac{P_{i+1,q} - P_{i-1,q}}{2\Delta x} + a_3 x_i (4\Delta x + 3x_i),$$

$$a_0 = P_{i,q} - a_1 x_i + 2a_3 x_i^2 (\Delta x + x_i).$$

Найденные промежуточные значения могут использоваться для построения плавных непересекающихся изолиний функций двух переменных при автоматическом построении их графопостроителем.

Как отмечалось выше, центральным вопросом вычерчивания изолиний графопостроителем является построение последовательностей точек изолиний.

п. 3. Построение последовательностей точек пересечения изолиний с линиями сетки

Пусть в узлах равномерной прямоугольной сетки определены значения геолого-геофизической функции. Нужно построить последовательности точек пересечения изолиний с линиями сетки, упорядоченные в соответствии с перемещением пера графопостроителя от начальной точки последовательности ко второй и т.д. Для построения плавных изолиний важно при построении последовательностей точек изолиний в качестве исходных брать значения функции в узлах такой сетки, размеры ячеек которой обеспечивают

требуемую плавность. Таким образом, исходными данными при построении плавных изолиний могут быть либо значения функции в узлах заданной сетки, либо вычисленные значения функции в узлах более мелкой сетки. В связи с тем, что существо метода построения последовательностей точек пересечения изолиний с линиями прямоугольной сетки не зависит от того, какая сетка рассматривается в качестве исходной, будем в данном случае предполагать, что для построения плавных изолиний нет необходимости вычислять промежуточные значения в узлах более мелкой сетки и в качестве исходных данных будем рассматривать значения функции в узлах данной прямоугольной равномерной сетки:

$$x_i = x_0 + i \cdot \Delta x, \quad i = 0, 1, \dots, N,$$

$$y_k = y_0 + k \cdot \Delta y, \quad k = 0, 1, \dots, M.$$

Для поиска на сторонах ячейки точек изолинии веса λ_z нужно знать координаты всех углов и значения геолого-геофизической функции $z(x, y)$ в углах ячейки. Координаты углов любой интересующей нас ячейки будем определять с помощью введенного номера (координаты левого нижнего угла) и правила обхода сторон ячейки. То-есть для ячейки (pq) с координатами левого нижнего угла /1/

$$x_0 + p \cdot \Delta x, \quad y_0 + q \cdot \Delta y$$

координатами правого нижнего /2/, правого верхнего /3/, левого верхнего /4/ углов будут соответственно

$$\begin{aligned} & [x_0 + (p+1) \cdot \Delta x, \quad y_0 + q \cdot \Delta y], \\ & [x_0 + (p+1) \cdot \Delta x, \quad y_0 + (q+1) \cdot \Delta y], \\ & [x_0 + p \cdot \Delta x, \quad y_0 + (q+1) \cdot \Delta y]. \end{aligned} \quad (9)$$

Будем задавать значения $z(x, y)$ в виде матрицы $z_{i,j}$, где i, j - число шагов по оси x и y с шагом Δx и Δy соответственно. Зная координаты углов ячейки, имеем значения $z(x, y)$ в углах 1, 2, 3, 4 такие

$$z_{p,q}, \quad z_{p+1,q}, \quad z_{p+1,q+1}, \quad z_{p,q+1}$$

Назовем "первой" ячейкой такую, в которой найдена точка изолинии данного веса λ_z , и, начиная с которой, ведется

поиск остальных точек этой изолинии (рис. 6). Каждая ячейка может быть первой один или два раза для данного уровня.

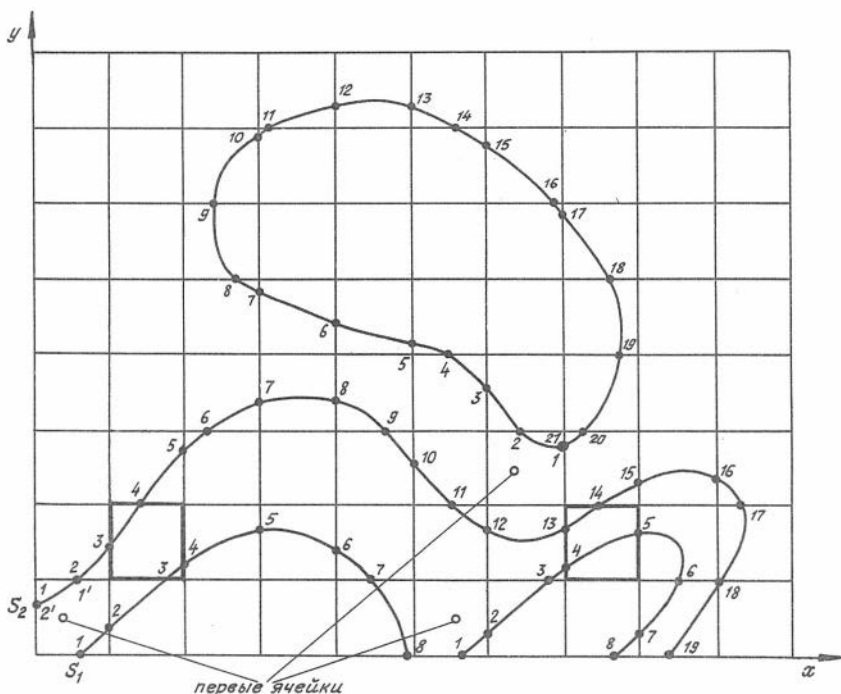


рис.6

"Рабочей" ячейкой назовем такую, в которой ищется очередная точка последовательности M_1, M_2, \dots, M_k точек изолинии.

Точки пересечения любой изолинии S_σ уровня \bar{z}_σ с линиями сетки

$$x_i = x_0 + i \cdot \Delta x, \quad y_k = y_0 + k \cdot \Delta y,$$

$$i = 0, 1, \dots, N, \quad k = 0, 1, \dots, M$$

Будем искать в ячейках первого ряда сетки $k=0, i=0, 1, \dots, N$, затем второго ряда $k=1, i=0, 1, \dots, N$ и т.д.

Для отыскания точки пересечения изолинии со стороной ячейки сетки нужно сравнить заданное значение уровня z_γ искомой изолинии со значением функции z_A и z_B на концах А и В соответствующей стороны ячейки сетки, то-есть проверить истинность неравенств:

$$z_A < z_\gamma < z_B, \quad z_A > z_\gamma > z_B$$

Пусть одно из неравенств выполнено для некоторой ячейки. В соответствии с введенным выше определением эта ячейка является "первой" при построении последовательности точек данной изолинии. Для получения координат точки пересечения построим отрезок:

$$\delta = \frac{|z_A(x, y) - z_\gamma|}{|z_A(x, y) - z_B(x, y)|} \cdot \Delta S, \quad (10)$$

где $\Delta S = \Delta x$, если сторона горизонтальная и $\Delta S = \Delta y$, если АВ - вертикальная/, который нужно отложить из точки А вдоль стороны АВ. Например, пусть искомая точка M_i лежит на стороне АВ "первой" ячейки между узлами А и В с координатами:

$$A[x_0 + \Delta x(i+1), y_0 + \Delta y \cdot k] \quad \text{и} \quad B[x_0 + \Delta x(i+1), y_0 + \Delta y(k+1)].$$

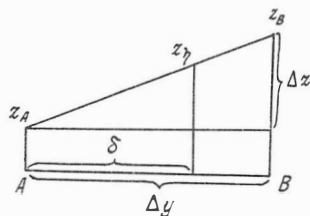
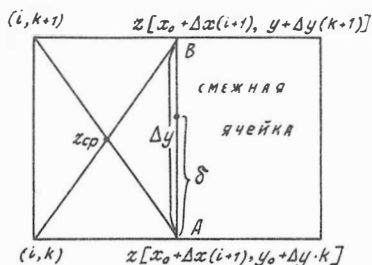


рис.7

Нетрудно видеть, что в данном случае функция изменяется на величину $\Delta z_{AB} = z_B - z_A$ по оси y с изменением координаты y на величину Δy и не изменяется по оси x (рис. 7). Тогда координаты первой точки изолинии можно определить по формулам:

$$\begin{aligned} x_{M_1} &= x_0 + \Delta x (i+1), \\ y_{M_1} &= y_0 + \Delta y \cdot k + \frac{|z_\gamma - z_A|}{|z_B - z_A|} \cdot \Delta y. \end{aligned} \quad (11)$$

Для отыскания точки M_2 выхода изолинии из "первой" ячейки сначала вычислим значение поля z_{cp} в центре ячейки:

$$z_{cp} = \frac{z_1 + z_2 + z_3 + z_4}{4},$$

как средне-арифметическое значений в вершинах ячейки, затем проверим выполнение двух неравенств:

$$z_\gamma \leq z_{cp}, \quad z_A < z_B.$$

При одновременном выполнении или невыполнении этих неравенств точка выхода изолинии M_2 ищется на стороне ячейки, проходящей через точку A и перпендикулярной стороне AB (рис. 8).

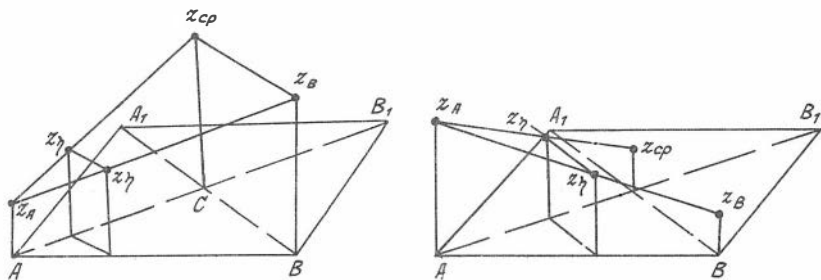


рис.8

В случае, когда одно неравенство выполняется, а другое нет, (или наоборот), точка M_2 ищется на стороне ячейки, перпен-

дикулярной стороне AB и проходящей через точку B (рис. 9). Когда же искомой точки не окажется на сторонах ячейки, перпендикулярных стороне AB и проходящих через точки A и B , то точка выхода лежит на стороне ячейки, противоположной стороне AB .

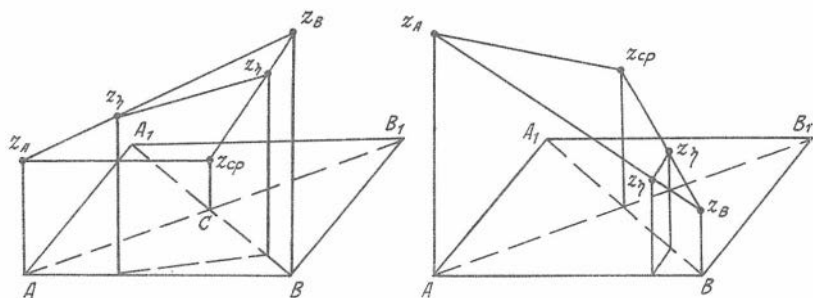


рис.9

Точку изолинии M_1 ищем в прилегающей ячейке, имеющей с первой ячейкой смежную сторону, на которой найдена точка M_2 . (Точка M_2 для прилегающей ячейки является точкой входа, а точка M_3 - точкой выхода). Таким же способом находим координаты остальных точек пересечения изолинии со сторонами ячеек сетки.

Пусть построена часть M_1, M_2, \dots, M_k искомой последовательности координат точек изолинии S_C уровня z_γ . Точка M_k находится в ячейке pq . Чтобы узнать номер ячейки, где нужно отыскать координаты следующей точки M_{k+1} изолинии, введем соотношение между номером рассмотренной "рабочей" ячейки и номером следующей "рабочей" ячейки, в которой будем находить точку M_{k+1} . Точка M_k должна лежать на стороне, являющейся смежной по отношению к обеим ячейкам. Будем считать, что номер следующей рабочей ячейки равен:

$$(p+1, q), (p, q+1), (p-1, q), (p, q-1),$$

если точка M_k лежит на сторонах правой, верхней, левой, нижней соответственно.

Когда найдена первая точка последовательности точек изолинии, проверяем, принадлежит ли эта точка границе области R , то-есть лежит ли точка пересечения изолинии с линией сетки на одной из прямых

$$x = x_0, \quad y = y_0, \quad x = x_m, \quad y = y_m.$$

В случае выполнения одного из перечисленных выше условий первая найденная точка является также и первой точкой искомой последовательности координат точек изолинии. Найдем следующую точку последовательности точек изолинии. Проверим, принадлежит ли эта точка границе области. Если она принадлежит границе области, то искомая последовательность точек изолинии построена. Иначе найдена промежуточная точка.

Теперь пусть первая найденная точка не принадлежит границе области. Каждую следующую найденную точку пересечения изолинии с линией сетки, как условились выше, будем проверять на принадлежность её границе и, если такая точка M_k построенного ряда чисел M_1, \dots, M_k оказалась на границе (первая же найденная точка в этом случае принадлежит границе), то перенумеруем точки в обратном порядке:

$$\begin{aligned} x_{m'_1} &= x_{m_k}, & y_{m'_1} &= y_{m_k}; \dots; \\ \dots, x_{m'_k} &= x_{m_1}, & y_{m'_k} &= y_{m_1}. \end{aligned}$$

Эта последовательность точек, согласно определению незамкнутой изолинии, заканчивается некоторой точкой $M_{p'}$, лежащей на границе области R (рис. 6).

Каждую вновь построенную точку последовательности в случае, когда она принадлежит границе области, проверяем на совпадение с первой найденной точкой, которая также в свою очередь не принадлежит границе области. Если это условие выполняется, то имеем замкнутую изолинию (рис. 6). Если первая найденная точка не принадлежит границе и следующая найденная точка M_k не лежит на границе и не совпадает с первой найденной, то эта точка - промежуточная точка последовательности и надо переходить к построению точки M_{k+1} .

Построив последовательность точек $M_1, \dots, M_{p'}$ или $M'_1, \dots, M'_{p'}$ изолинии, снова отыскиваем точки пересече-

ния каждой стороны "первой" ячейки, с которой начали построение найденной последовательности точек, с изолинией данного веса.

Найденную точку проверим на совпадение с элементами построенной последовательности точек. Если точек, отличающихся от точек построенной последовательности, не получено, производим анализ сторон следующей по номеру ячейки. Если же новая точка получена, значит, через данную ячейку проходит другая изолиния того же веса и она вновь является "первой". С этой ячейки начинаем построение новой последовательности точек изолинии $S_{\epsilon+1}$ веса x_{γ} .

Действия, описанные выше для построенной последовательности точек изолинии S_{ϵ} веса x_{γ} , будем выполнять до тех пор, пока не проанализируем все ячейки области R , т.е. тем самым, пока не построим последовательности точек всех изолиний для всей уровней.

С целью получения плавных изолиний можно находить значения гладкой интерполирующей функции, соединяющей заданные точки изолинии.

п. 4. Алгоритм вычисления значений гладких интерполирующих функций, соединяющих точки изолинии

Рассмотрим некоторую двумерную область, на которой в узлах равномерной прямоугольной сетки заданы значения функции $z(x, y)$. По этим значениям определяется последовательность точек пересечения изолинии данной функции со сторонами прямоугольной сетки $\{x_i, y_i\}$, $i = 0, 1, \dots, \rho$. Эта последовательность может принадлежать замкнутым изолиниям или изолиниям, начало и конец которых лежат на границах карты.

Интерполирование изолиний данной функции между двумя соседними точками функции $B(x_i, y_i)$ и $C(x_{i+1}, y_{i+1})$ будем осуществлять с помощью целой рациональной функции f/g . Для задания производных в точках (x_i, y_i) и (x_{i+1}, y_{i+1}) воспользуемся формулой Лагранжа:

$$f'(x_i, y_i) = \frac{y_{i+1} - y_{i-1}}{x_{i+1} - x_{i-1}}, \quad f'(x_{i+1}, y_{i+1}) = \frac{y_{i+2} - y_i}{x_{i+2} - x_i}. \quad (12)$$

Производную в первой и последней точках изолиний, лежащих на границах области, будем задавать способом, описанным в /9/. Таким образом, из /12/ следует, что для оценки производных в каждой точке должны использоваться координаты предыдущей /А/ и последующей /Д/ точек. Из рассмотрения конкретных вариантов

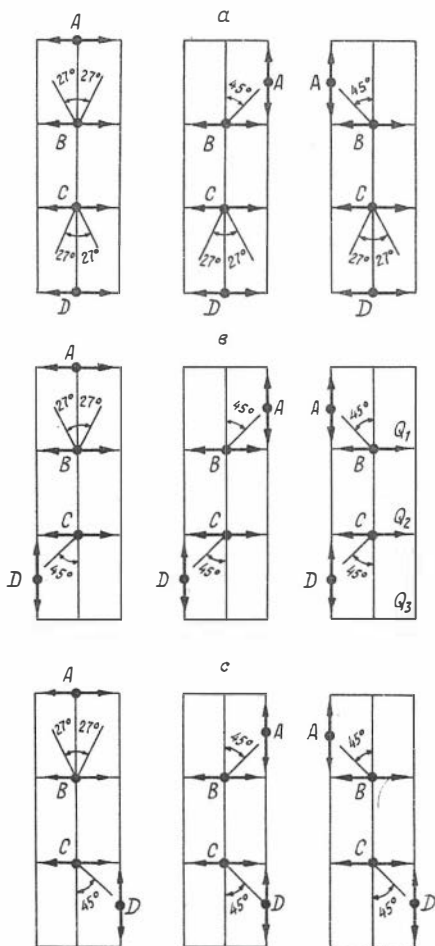


рис. 10

взаимного расположения четырех соседних точек на сторонах ячеек сетки найдем пределы изменения величин этих производных.

Условимся обозначать двоичными кодами стороны квадратной ячейки Q данной сетки так: нижнюю 00 , верхнюю 10 , правую 01 , левую 11 . Точки A, B, C, D лежат на сторонах ячеек Q_1, Q_2, Q_3 , образующих вертикальную полосу. На рис. 10 точки B и C расположены на сторонах 10 и 00 ячейки Q_2 . При этом возможны девять различных вариантов взаимного расположения точек A и D . На рис. 10а точка D лежит на стороне 00 ячейки Q_3 , а точка A — или на стороне 10 , или 01 , или 11 ячейки Q_1 . На рис. 10в точка D расположена на стороне 11 ячейки Q_3 , а на рис. 10с — на стороне 01 . Точка A , как и в предыдущем случае, может находиться на одной из сторон ячейки Q_1 . Анализ рис. 10 показывает, что в том случае, когда точка A расположена на стороне 10 , угол наклона касательной относительно вертикальной оси в точке B изменяется от -27° до $+27^\circ$. Если же точка D расположена на стороне 01 или 11 , то углы наклона изменяются от -45° до $+45^\circ$. То же наблюдается для углов в точке C , в зависимости от расположения точки D на сторонах ячейки.

Таким образом, поворот координатных осей на 90° обеспечивает применение целой рациональной функции для интерполяции положений изолиний между точками B и C .

Если ячейки Q_1, Q_2, Q_3 образуют горизонтальную полосу, то поворота координатных осей не требуется и при построении вычислительного алгоритма для определения коэффициентов интерполяционного полинома

$P_i(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3, \quad i = 0, 1, 2, \dots, p-1$
нужно выделять следующие самостоятельные блоки.

1. Для соединения первых двух точек изолинии (x_0, y_0) и (x_1, y_1) из которых первая точка (x_0, y_0) лежит на границе области, а вторая — (x_1, y_1) не принадлежит границам, коэффициенты a_0, a_1, a_2, a_3 вычисляем по следующим формулам, полученным после решения системы из трех уравнений:

$$\begin{aligned} a_3 &= 0, \\ a_2 &= \frac{(y_0 - y_1)(x_2 - x_0) - (y_2 - y_0)(x_0 - x_1)}{(x_0 - x_1)^2 (x_2 - x_0)}, \\ a_1 &= \frac{y_0 - y_1}{x_0 - x_1} - a_2(x_0 + x_1), \\ a_0 &= \frac{x_0 y_0 - y_0 x_1}{x_0 - x_1} + a_2 x_0 x_1. \end{aligned} \quad (13)$$

2. Для любых двух точек (x_i, y_i) и (x_{i+1}, y_{i+1}) , $i = 1, 2, \dots, P-1$, не принадлежащих границам, коэффициенты интерполяционного полинома вычисляем по формулам:

$$\begin{aligned}
 a_3 &= \frac{(y_{i+1} - y_{i-1})(x_{i+2} - x_i) + (y_{i+2} - y_i)(x_{i+1} - x_{i-1})}{(x_{i+1} - x_{i-1})(x_{i+2} - x_i)(x_i - x_{i+1})^2} - \frac{2(y_i - y_{i+1})}{(x_i - x_{i+1})^3}, \\
 a_2 &= \frac{(y_{i+1} - y_{i-1})(x_{i+2} - x_i) - (y_{i+2} - y_i)(x_{i+1} - x_{i-1})}{2(x_{i+1} - x_{i-1})(x_{i+2} - x_i)(x_i - x_{i+1})} - \frac{3a_3}{2}(x_i + x_{i+1}); \\
 a_1 &= \frac{y_{i+1} - y_{i-1}}{x_{i+1} - x_{i-1}} - \frac{x_i[(y_{i+1} - y_{i-1})(x_{i+2} - x_i) - (y_{i+2} - y_i)(x_{i+1} - x_{i-1})]}{(x_{i+1} - x_{i-1})(x_{i+2} - x_i)(x_i - x_{i+1})} + 3a_3 x_i x_{i+1}; \\
 a_0 &= y_i - \frac{x_i(y_{i+1} - y_{i-1})}{x_{i+1} - x_{i-1}} - \frac{x_i^2[(y_{i+1} - y_{i-1})(x_{i+2} - x_i) - (y_{i+2} - y_i)(x_{i+1} - x_{i-1})]}{2(x_{i+1} - x_{i-1})(x_{i+2} - x_i)(x_i - x_{i+1})} - \frac{x_i^2(3x_{i+1} - x_i)a_3}{2}.
 \end{aligned} \tag{14}$$

3. Для соединения двух последних точек (x_{p-1}, y_{p-1}) и (x_p, y_p) , из которых (x_p, y_p) лежит на границе области, коэффициенты вычисляем по формулам:

$$\begin{aligned}
 a_3 &= 0; \\
 a_2 &= \frac{(y_p - y_{p-2})(x_{p-1} - x_p) - (y_{p-1} - y_p)(x_p - x_{p-2})}{(x_p - x_{p-2})(x_{p-1} - x_p)^2}; \\
 a_1 &= \frac{y_{p-1} - y_p}{x_{p-1} - x_p} - a_2(x_{p-1} + x_p); \\
 a_0 &= a_2 x_p x_{p-1} + \frac{y_p x_{p-1} - y_{p-1} x_p}{x_{p-1} - x_p}
 \end{aligned} \tag{15}$$

Чтобы решить, в каком блоке следует вычислять коэффициенты интерполяционного полинома для соединения двух точек, будем выполнять анализ на принадлежность каждой точки границам области. Пусть первая точка принадлежит границе, а вторая не принадлежит. В этом случае по первым трем точкам вычисляем коэф-

коэффициенты интерполяционного полинома для соединения первой и второй точек по формулам /13/. Затем соединяем сопряженными участками графиков полиномов, коэффициенты которых вычисляем по формулам /14/, вторую и третью и т.д. до $(p-1)$ -й точки. Для соединения $(p-1)$ -й и p -й точек коэффициенты a_2, a_1, a_0 вычисляем по формулам /15/. В случае интерполирования замкнутых изолиний коэффициенты интерполяционных полиномов для соединения точек (X_1, Y_1) и (X_2, Y_2) , (X_2, Y_2) и (X_3, Y_3) , ..., (X_p, Y_p) и (X_0, Y_0) , (X_0, Y_0) и (X_1, Y_1) вычисляем по формулам /14/. Если первая и вторая точки лежат на границах карты, то необходимо непосредственное обращение к программе аппроксимации прямой линии шаговыми перемещениями пера графопостроителя. Если же первая и третья точки принадлежат границам области, то для соединения первой и второй точек коэффициенты вычисляем по формулам /13/, второй и третьей - по формулам /15/.

По найденным коэффициентам внутри каждого интервала $[X_i, X_{i+1}]$ найдем промежуточные точки (X_z, Y_z) , принадлежащие данному полиному, по формулам

$$Y_z = a_0 + a_1 X_z + a_2 X_z^2 + a_3 X_z^3, \quad (16)$$

где $z = 1, 2, \dots, z - 1$;

$$z = \begin{cases} \frac{|X_{i+1} - X_i|}{\delta_x} - 1, & \text{если } \frac{|X_{i+1} - X_i|}{\delta_x} \text{ целое число} \\ \left\lceil \frac{|X_{i+1} - X_i|}{\delta_x} \right\rceil, & \text{если } |X_{i+1} - X_i| \text{ не кратно } \delta_x \end{cases}$$

$$X_z = \begin{cases} X_i - z\delta_x, & \text{если } X_{i+1} - X_i < 0, \\ X_i + z\delta_x, & \text{если } X_{i+1} - X_i > 0, \end{cases}$$

где δ_x - шаг интерполяции.

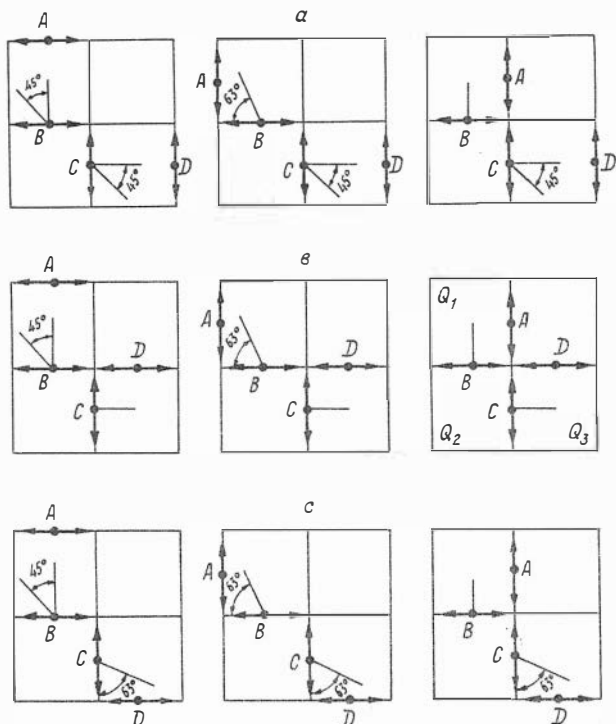


рис. II

На рис. II точки B и C расположены на сторонах IO и OI ячейки Q_2 . При этом возможны девять различных вариантов взаимного расположения точек A и D. Если точка A лежит на стороне OI ячейки Q_1 , то угол наклона касательной в точке B составляет 90° и, следовательно, производная равна ∞ вследствие того, что для этой точки знаменатель в $|I_2|$ равен нулю. При положении точки A на стороне IO ячейки Q_1 знаменатель выражения $|I_2|$ для этой точки может быть близким к нулю, в результате чего точность вычисления коэффициентов, в лучшем случае, может быть недостаточной. Такие же особенности наблюдаются для вариантов, изображенных на рис. I2, где точки B и C ле-

жат на сторонах IO и II. При этом, если точка A расположена на стороне II ячейки Q_1 , то угол наклона касательной в точке B равен 90° . При положении точки A на стороне IO точность вычисления коэффициентов будет недостаточной.

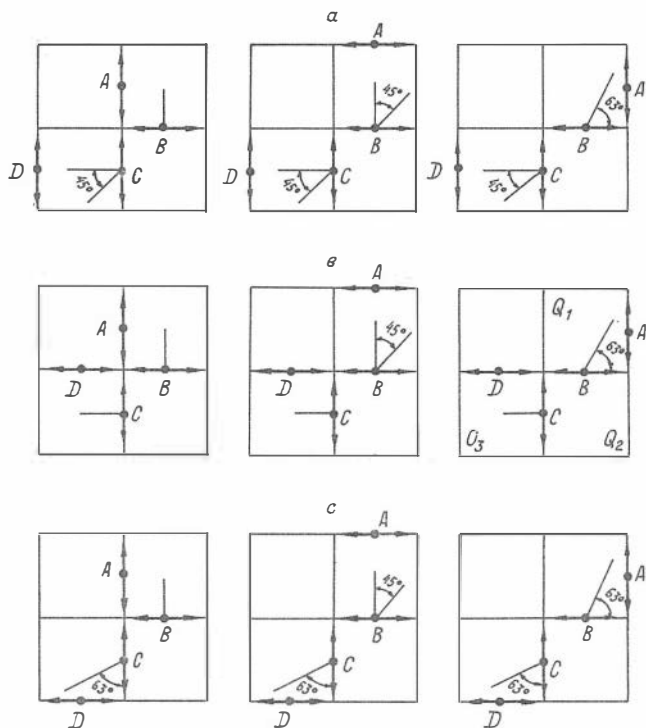


рис.12

Для упрощения вычислительной схемы предложено использовать всего четыре дискретных величины угла поворота координатных осей (0° , 45° , 90° и 315°).

Укажем логическое правило определения требуемого угла поворота координатных осей из перечисленного выше набора углов. Если точки B и C лежат на сторонах II и OI или наоборот OI и II, то коэффициенты полиномов, найденных по формулам /13/, /14/, или /15/, будут иметь конечную величину. Во всех остальных случаях

взаимного расположения точек В и С необходимым условием применения формул /13/, /14/ или /15/ является поворот координатных осей. Поворот координатных осей на 90° необходим в том случае, когда младшие разряды кодов сторон, на которых лежат точки В и С, равны нулю, а старшие не совпадают. Если младшие разряды у кодов сторон, на которых лежат точки В и С, не совпадают, а старшие совпадают, то необходим поворот координатных осей на 45° . Если же соответственно младшие и старшие разряды кодов сторон, на которых найдены точки В и С, не совпадают, то необходим поворот координатных осей на 315° . Кроме того, для дополнительного уменьшения погрешностей преобразования и упрощения выражений /13/ и /14/ и /15/ начало координат необходимо переносить в точку В. Таким образом, при переносе начала координат в точку В и повороте осей на 0° преобразуем систему координат X, Y в систему x, y' :

$$x = X - X_i, \quad y = Y - Y_i. \quad (17)$$

При повороте координатных осей на 90° и переносе начала координат в точку В:

$$x = Y - Y_i, \quad y = X_i - X \quad (18)$$

Аналогично, при повороте координатных осей на 315° преобразование в новую систему координат осуществляется по формулам:

$$\begin{aligned} x &= \frac{\sqrt{2}}{2} (X - X_i - Y + Y_i), \\ y &= \frac{\sqrt{2}}{2} (X - X_i + Y - Y_i), \end{aligned} \quad (19)$$

а при повороте координатных осей на 45° и переносе начала координат в точку В:

$$x = \frac{\sqrt{2}}{2} (X - X_i + Y - Y_i), \quad y = \frac{\sqrt{2}}{2} (X_i - X + Y - Y_i) \quad (20)$$

В новой системе координат формулы /13/, /14/ и /15/ будут иметь вид:

$$a_3 = 0,$$

$$a_2 = \frac{x_1 y_2 - y_1 x_2}{x_1^2 x_2}, \quad (13')$$

$$a_1 = \frac{y_1}{x_1} - a_2 x_1;$$

$$a_3 = \frac{x_{i+2}(y_{i+1} - y_{i-1}) + y_{i+2}(x_{i+1} - x_{i-1})}{x_{i+1}^2 \cdot x_{i+2}(x_{i+1} - x_{i-1})} - \frac{2y_{i+1}}{x_{i+1}^3}, \quad (14')$$

$$a_2 = \frac{y_{i+2}(x_{i+1} - x_{i-1}) - x_{i+2}(y_{i+1} - y_{i-1})}{2x_{i+1} \cdot x_{i+2}(x_{i+1} - x_{i-1})} - \frac{3}{2} a_3 x_{i+1},$$

$$a_1 = \frac{(y_{i+1} - y_{i-1})}{(x_{i+1} - x_{i-1})}.$$

$$a_3 = 0,$$

$$a_2 = \frac{y_p(x_p - x_{p-2}) - x_p(y_p - y_{p-2})}{(x_p - x_{p-2})x_p^2}, \quad (15')$$

$$a_1 = \frac{y_p}{x_p} - a_2 x_p.$$

Внутри интервала $[B_1C]$ с помощью коэффициентов, найденных по формулам /13'/, /14'/ и /15'/, вычисляем координаты промежуточных точек: $\{x_l, v_l\}$, $l = 1, 2, \dots, z-1$,

$$v_l = a_1 x_l + a_2 x_l^2 + a_3 x_l^3, \quad (16')$$

где

$$x_l = \begin{cases} l \cdot \delta_x, & \text{если } x_{i+1} > 0, \\ -l \delta_x, & \text{если } x_{i+1} < 0, \end{cases}$$

$$z = \begin{cases} \frac{|x_{i+1}|}{\delta_x} - 1, & \text{если } \frac{|x_{i+1}|}{\delta_x} \text{ целое число,} \\ E\left(\frac{|x_{i+1}|}{\delta_x}\right), & \text{если } |x_{i+1}| \text{ не кратно } \delta_x. \end{cases}$$

Угол поворота на каждом участке, лежащем между точками последовательности $\{X_i, Y_i\}$, может быть различным. Однако, для аппроксимации координат промежуточных точек шаговыми перемещениями пера графопостроителя требуется приведение величин x_i и y_i к единой системе координат. Переход к старой системе координат X, Y осуществляется по следующим формулам:

$$\begin{aligned} X_i &= x_i + X_i, \\ Y_i &= y_i + Y_i, \end{aligned} \quad (17')$$

если прямое преобразование осуществлялось по формулам /17/;

$$\begin{aligned} X_i &= x_i - y_i, \\ Y_i &= x_i + y_i, \end{aligned} \quad (18')$$

если преобразование осуществлялось по формулам (18);

$$\begin{aligned} X_i &= \frac{\sqrt{2}}{2} (x_i + y_i) + X_i, \\ Y_i &= \frac{\sqrt{2}}{2} (y_i - x_i) + Y_i, \end{aligned} \quad (19')$$

если расчет прямых координат производился по формулам /19/;

$$\begin{aligned} X_i &= \frac{\sqrt{2}}{2} (x_i - y_i) + X_i, \\ Y_i &= \frac{\sqrt{2}}{2} (x_i + y_i) + Y_i, \end{aligned} \quad (20')$$

если расчет прямых координат, повернутых под углом 45° , проводился в соответствии с выражениями /20/.

К найденной по этим формулам последовательности точек $\{X_i, Y_i\}$ присоединяется точка (X_i, Y_i) в качестве начального члена. После этого полная последовательность точек интерполирующей функции используется программой аппроксимации прямой линии шаговыми перемещениями пера графопостроителя.

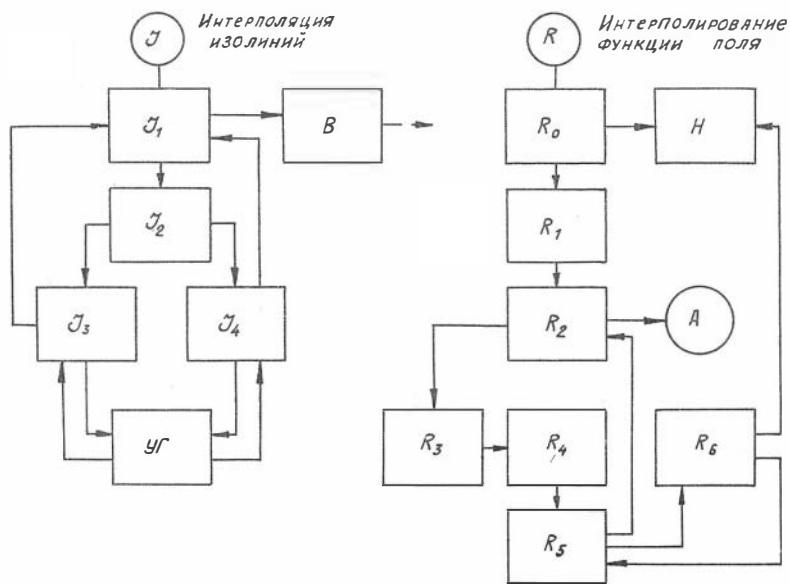
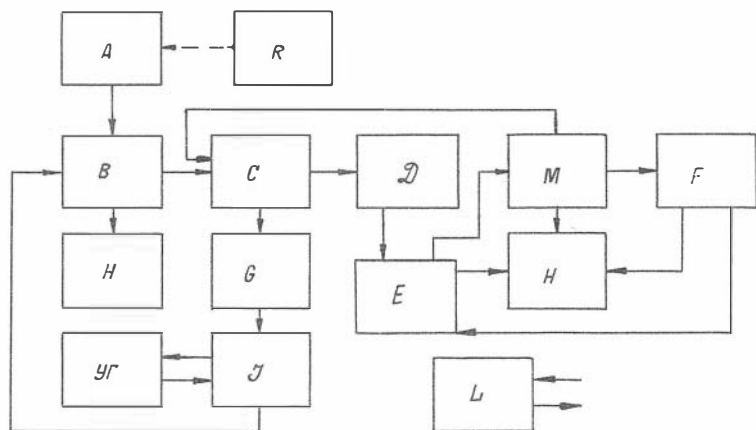


рис.13 блок-схемы программы «Изолиния-3», блоков R и $Ж$

ОПИСАНИЕ БЛОК-СХЕМЫ ПРОГРАММЫ "ИЗОЛИНИЯ-3"

Блок-схема программы "Изолиния-3", в основном, имеет тот же вид, что и блок-схема "Изолиния-2". Новым в ней является блок R - размельчение матрицы поля, блок \mathcal{J} , выполняющий интерполирование изолиний. Несколько изменен блок G , остальные блоки сохраняют свою структуру и назначение.

Описание блоков: А, В, С, Д, Е, М, F, L, Н, J, R, G, УГ (рис. I3).

Блок - А - подготовка матрицы, начало счета. В блоке производится вызов ИС; ввод информации к матрице; расчет констант, необходимых для формирования матрицы; перевод $10 \rightarrow 2$. В матрице отыскиваются максимальное и минимальное значения заданных значений поля. По заданному расстоянию между соседними уровнями Δz рассчитывается число уровней. Имеется блок автоматического определения Δz так, чтобы количество уровней находилось в заданном диапазоне. Значение Δz выбирается из ряда чисел: 0,5; 1; 2; 3; 5; 10; 20; 50; 100; 200; 500; 1000; 2000. Если матрицы получаются расчетным путем и заранее их значения неизвестны, то можно воспользоваться автоматическим выбором Δz . Если же Δz задано, то в ПК ввода заносит обход блока выбора Δz .

Для упрощения задачи построения линии предполагается, что в узлах сетки не бывает значений, равных какому-либо уровню. В блоке А матрица просматривается, каждая её точка сравнивается со всеми уровнями. Если встречаются точки, совпадающие с каким-либо уровнем, то они завышаются на $0,1 \Delta z$.

Все z граничные в матрице помечаются с помощью признака числа, что позволяет в дальнейшем быстро определить конец линии. Подготовленная таким образом матрица записывается на МБ-2, чтобы в любое время можно было её возобновлять, т.к. в процессе счета место в МОЗУ, где находится матрица, неоднократно используется различными блоками как рабочее поле.

На МБ-2 заполняется также решающая часть программы и блок А. Затем устанавливаются в исходное состояние счетчики N_{c3} , РАР, α , β , j ; выбирается первый уровень (N_{min}), после чего уравнение передается блоку В.

Блок А с данной матрицей больше работать не будет и его место в памяти полностью передается под рабочее поле РП.

Блок В - новый уровень. Первый уровень задает блок А, следующие же определяются в блоке В: $N_{\alpha+1} = N_{\alpha} + \Delta x$. Новый уровень сравнивается с максимальным (N_{max}) и, если превышает его, то происходит уход в блок Н, на концовку. В противном случае устанавливаются все необходимые счетчики, печатается значение уровня и управление передается в блок С.

В блок В существует приход и из блока β - когда один уровень закончен и ещё есть уровни.

Блок С - поиск начала линии. После установки счетчиков в исходное состояние последовательно в порядке возрастания номеров, начиная с ячейки N_{α} просматриваются все ячейки матрицы и определяется, есть ли пересечение сторон ячейки с уровнем N_{α} . Найденная точка пересечения сравнивается со всеми ранее найденными точками данного уровня. Если точка была раньше, то поиск продолжается. Проверяется, все ли ячейки просмотрены. Если да, а точки пересечения не найдено, то происходит переход в блок β . Если точка пересечения найдена, происходит уход в блок Д. В случае сбоя - останов, блок Н.

Блок Д - начало новой линии найдено. Определяется, лежит ли найденная точка на границе матрицы. Если нет, то начало линии запоминается в ячейке T_0 , чтобы в случае замкнутой линии потом определять конец линии. Запоминается номер ячейки K_{α} , где найдено начало линии. После того, как вся линия будет "вытянута", поиск следующей линии начинается с этой ячейки. Найденная точка засылается в РП. (РП - рабочее поле накопления точек линий. Специальный блок сам следит за местом в РП для очередной точки, при заполнении РП пересылает точки на МБ, а РП используется для накопления следующих точек). От блока Д управление передается блоку Е.

Блок Е - вытяжка изолинии. В блоке решается локальная проблема - прохождение изолинии через ячейку сетки - как для обычных ячеек (один вход и один выход), так и для "особенных" (две изолинии, т.е. два входа и два выхода). Случай прохождения изолинии через узел исключен (блок А). При наличии двух изолиний уровня в одной ячейке работает алгоритм, обеспечивающий однозначность прохождения одной и той же изолинии независимо от того, с какой стороны произойдет вход любой изолинии в ячейку. Это избавляет от необходимости выделения или запоминания ячеек с двумя изолиниями.

В блоке Е определяется z средн. (значение поля в середине ячейки). В зависимости от значения z_{cp} поиск точек начинается с соседней стороны с z больш., если $z_{cp} < N_{\alpha}$, и с z меньш., если $z_{cp} \geq N_{\alpha}$. Такой алгоритм позволяет однозначно найти точку выхода из квадрата в случае, когда все 4 стороны квадрата имеют точки пересечения с N_{α} . Если на выбранной стороне точки пересечения нет, то она ищется на противоположащей стороне и в другой соседней. Когда точка пересечения найдена, она заносится в РП, а управление передается блоку М. В случае сбоя - в блок Н.

Блок М - анализ новой точки. Каждая новая точка проверяется: не является ли она граничной. Если точка граничная и начало было на границе, то линия кончилась, происходит уход в блок С на поиск начала новой линии. Если найдется точка на границе, а начало не на границе, то происходит реверс линии, т.е. эта точка станет первой и линия продолжится до той точки, которая прежде считалась её началом. В обоих из этих вариантов управление передается блоку F. В случае сбоя - останов, блок Н.

Блок F - определение ячейки, куда уходит изолиния из рассмотренной ячейки. Новая ячейка определяется по номеру стороны выхода изолинии из предыдущей ячейки. Запоминаются параметры новой ячейки K_E и данные ориентации точки в этой ячейке. Управление передается блоку Е для дальнейшей вытяжки изолинии. В случае сбоя - останов, блок Н.

Блок Н - конец работы. В блок Н происходит переход из блока В, когда все уровни кончились, вся матрица обработана. В блоке Н проверяется, одна матрица или надо обрабатывать поток из m матриц - когда карта разбита на m одинаковых по размерам участков - матриц. Блок Н последовательно организует ввод и обработку всех m матриц. Кроме того, в процессе счета определяется вес линии - значение уровня и подготавливаются цифры для обеспечения подписи линий. После этого конец работы (останов в ячейке 0627). Данный вариант программы работает с одной матрицей.

Блок \mathcal{J} - блок интерполяции и вычерчивания изолиний. В блоке производится подготовка линий к анализу; линии делятся на замкнутые и незамкнутые, в зависимости от чего различным образом эти линии интерполируются. Кроме того, блок непосредственно связан с блоком управления графопостроителем, в который по мере накопления поступают полученные при интерполяции точки для вычерчивания по ним изолиний.

Блок \mathcal{E} - несколько упрощен по сравнению с одноименным в программе "Изолинии-2". Он обрабатывает конец уровня, как и в "Изолинии-2", но здесь он не имеет выхода на управление графопостроителем - эта функция передана блоку \mathcal{J} .

Блок \mathcal{R} - интерполирование функции поля. В блоке производится подготовка исходной матрицы к счету с одновременным подсчетом размеров новой матрицы; формирование адресов засылки значений z в размельченную матрицу, определяется место каждой ячейки в матрице, анализируется её местонахождение x у границы или нет, отчего зависят формулы интерполяции; выбираются вертикали для каждой ячейки, по 4-м значениям z на которых определяются коэффициенты полинома на вертикалях, далее такие коэффициенты определяются на горизонталях, по найденным коэффициентам определяются значения z вдоль горизонтали. Значения z заносятся в рабочие ячейки новой размельченной матрицы.

Блок УГ - преобразует числовые значения координат точек линии в шаги графопостроителя.

Блок \mathcal{L} - рабочие подблоки.

Описание блок-схемы блока \mathcal{J}

Блок \mathcal{J} состоит из более мелких блоков (подблоков) \mathcal{J}_1 , \mathcal{J}_2 , \mathcal{J}_3 , \mathcal{J}_4 . Кроме того, имеется несколько рабочих подблоков, неоднократно встречающихся в блоке \mathcal{J} . Блок \mathcal{J} связан с блоками В, Г, УГ, Н программы "Изолинии-3". Подробно об этом будет сказано ниже, при описании отдельных подблоков \mathcal{J}_1 - \mathcal{J}_4 . Блок-схема блока \mathcal{J} приведена на рис. 13, она включает подблоки:

- \mathcal{J}_1 - начало линии, подготовка линии к анализу.
- \mathcal{J}_2 - анализ начала линии с целью выяснения: замкнутая изолиния будет интерполироваться или разомкнутая.
- \mathcal{J}_3 - интерполяция незамкнутой линии.
- \mathcal{J}_4 - интерполяция замкнутой линии.

Рабочие подблоки:

1. "Очередная точка". При затребовании очередной точки в любом участке блока \mathcal{J} этот подблок запоминает эту точку, следит за конпом уровня. Имеет 3 различных выхода: возврат за очередной точкой при конце уровня; вывод насчитанных точек на УГ и восстановление матрицы; возврат за очередной точкой при конце уровня в случае замкнутой линии.

2. "Не пора ли на график?" Чтобы не прерывать интерполяцию после каждой точки, в программе предусмотрено накопление получаемых при интерполировании точек и вывод их на график определенными массивами. Этот подблок и определяет, достаточный ли массив накоплен для вывода на график.

3. "Анализ граничной точки линии". В этом подблоке устанавливается, граничная ли точка и для граничных точек отыскивается зеркальная. Подблок имеет два выхода - для граничных точек и неграничных.

4. "Интерполяция отрезка". Производит интерполяцию в соответствии с описанным алгоритмом. Готовые точки засылаются в рабочее поле (РП).

5. "Передви́г". Осуществляет перемещение координат точек из одной рабочей ячейки в другую.

Блок-схема работает следующим образом. Подблок \mathcal{J}_1 готовит линию к анализу, т.е. делает выборку линии, набирает первые три точки. Подблок \mathcal{J}_2 анализирует начало изолинии, чтобы выяс-

нить, замкнутая или незамкнутая линия будет интерполироваться. Такое разделение изолиний нужно в связи с тем, что интерполяция их осуществляется различным образом. Если изолиния оказалась незамкнутой, то после \mathcal{J}_2 работает подблок \mathcal{J}_3 , который осуществляет интерполяцию этой линии. В начале линии берутся 3 точки: В, С, Д. Необходимую для интерполяции 4-ую точку А получает подблок \mathcal{J}_3 как зеркальную для точки С.

Если подблок \mathcal{J}_2 выявил замкнутую изолинию, то после него работает подблок \mathcal{J}_4 , в котором эта изолиния интерполируется. Замкнутая линия интерполируется по 4-м точкам изолинии, которые берутся по порядку.

Подблоки \mathcal{J}_3 и \mathcal{J}_4 имеют вход на блок УГ. К нему они обращаются, когда накапливается массив точек, достаточный для вывода на график.

Подблок \mathcal{J}_3 имеет контрольный останов. Он произойдет в случае, если при проверке окажется, что начало линии не лежит на границе, т.к. в подблок \mathcal{J}_3 должны поступать только разомкнутые линии.

Подблоки \mathcal{J}_3 и \mathcal{J}_4 , сработав, возвращают управление подблоку \mathcal{J}_1 для подготовки к анализу и расчету следующей линии.

Из подблока \mathcal{J}_1 имеется переход в блок В программы, который происходит, когда кончается уровень.

Описание работы операторных схем отдельных подблоков блока \mathcal{J}

В связи с тем, что рабочие подблоки встречаются в блоке неоднократно, опишем прежде всего работу операторных схем этих подблоков.

"Очередная точка".

Блок-схема этого подблока приведена на рис. 14. В него входят следующие операторы:

H_0 - начало работы.

P_I - проверка: все ли точки в МСЗУ и установка переключателя P_a .

K_2 - регистр адреса очередной точки (РАТ).

A_3 - выборка координат очередной точки.

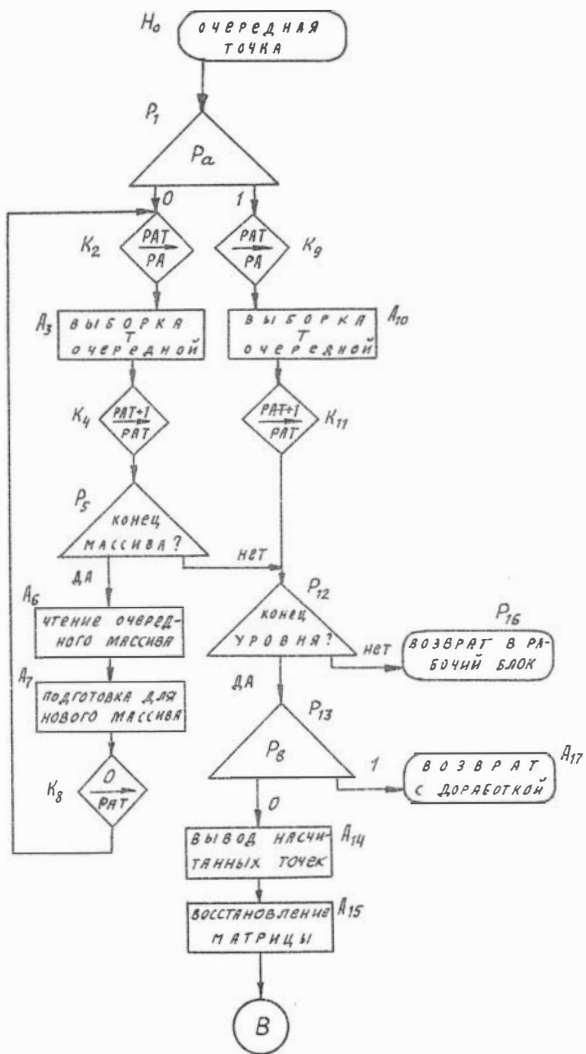


рис.14 Блок-схема подблока „очередная точка“

- K_4 - пересчет РАТ.
- P_5 - проверка: конец массива?
- A_6 - чтение очередного массива с МБ.
- A_7 - подготовка оператора A_6 для чтения нового массива.
- K_8 - засылка 0 в РАТ.
- K_9 - P A T.
- A_{10} - выборка координат очередной точки.
- K_{11} - пересчет РАТ.
- P_{12} - проверка: конец уровня?
- P_{13} - проверка: нужна ли доработка?
- A_{14} - вывод насчитанных точек (обращение к УГ).
- A_{15} - восстановление матрицы.
- A_{16} - возврат в блок.
- A_{17} - возврат на доработку.

Структура операторной схемы имеет вид:

$H_0 P_1^{15} K_2 A_3 K_4 P_{5+12} A_6 A_7 K_8 K_9 A_{10} K_{11} P_{12+16} P_{13+17} A_{14} A_{15} P_{16}^{12} P_{17}^{13}$.

Операторная схема работает следующим образом. Оператор P_1 проверяет, все ли точки уровня помещаются в МОЗУ, и в зависимости от этого устанавливает переключатель режимов P_a . Если все точки в МОЗУ, то в P_a будет занесена 1, если нет - 0. В этом втором случае после оператора P_1 происходит переход на K_2 , который устанавливает регистр адреса очередной точки (РАТ). По РАТ оператор A_3 выбирает из массива точек очередную и засылает её в стандартную ячейку памяти. Оператор K_4 производит пересчет РАТ. Далее оператор P_5 проверяет, не кончился ли массив. Если массив кончился, то оператор A_6 осуществит чтение с МБ очередного массива, оператор A_7 подготовит оператор A_6 для чтения нового массива, оператор K_8 засылает 0 в РАТ для отсчета точек нового массива и после этого управление передается оператору K_2 .

По-другому работает схема, если все точки размещаются в МОЗУ. В этом случае после P_1 оператор K_9 установит регистр адреса очередной точки, которую по этому адресу выбирает оператор A_{10} , засылая её координаты в стандартную ячейку памяти. Оператор K_{11} пересчитывает счетчик РАТ, добавляя к нему единицу.

После оператора K_{11} , а также после P_5 , когда нет конца мас-

сива, работает оператор P_{I2} , который проверяет, не кончился ли уровень, и если нет, то оператор A_{I6} осуществляет возврат в рабочий блок, — в тот его участок, откуда было обращение к рабочему подблоку. Если уровень кончился, то после P_{I2} работает оператор P_{I3} , проверяющий, нужна ли доработка уровня по какой-либо причине или нет и устанавливающий в зависимости от этого переключатель P_6 в положение 0 или 1. 1 засылается, когда нужна доработка. В этом случае после P_{I3} оператор A_{I7} осуществляет возврат в блок на доработку.

Если доработка не требуется, то после P_{I3} оператор A_{I4} производит вывод насчитанных точек (обращение к УГ), и оператор A_{I5} восстанавливает матрицу, которая для разгрузки памяти на время работы блока ζ затиралась. От оператора A_{I5} существует уход в блок В за новым уровнем.

"Не пора ли на график?"

Блок-схема этого подблока приведена на рис. 15. В состав его входят следующие операторы:

- H_0 — начало работы.
- K_1 — засылка РАГ (регистр адреса готовых точек) в РА.
- P_2 — проверка: накоплен ли массив?
- A_3 — засылка признака конца массива.
- A_4 — вывод насчитанных точек на УГ.
- K_5 — засылка 0 в РАГ.
- A_6 — возврат в блок.

Структура операторной схемы имеет вид:

$$H_0 K_1 P_{216} A_3 A_4 K_5^{2,5} A_6 .$$

Операторная схема работает следующим образом. Оператор K_1 засылает РАГ в РА, подготовляемого для вывода на УГ. Размеры массива точек, подготовленного для вывода на УГ, определены размерами рабочего поля. Оператор P_2 проверяет, накоплен ли нужный массив. Если нет, то оператор A_6 осуществляет возврат в основной блок. Если да, то оператор A_3 засылает в РП признак конца массива, а оператор A_4 обращается к УГ, происходит вывод насчитанных точек на график. Далее производится очистка РАГ, для чего оператор K_5 заносит в него 0, после чего через оператор A_6 происходит возврат в основной блок.

"Анализ граничной точки линии"

Блок-схема этого подблока приведена на рис. 15. В состав его входят операторы:

H_0 - начало работы.

A_I - засылка координат граничной точки $T_{x,y}$ в рабочую ячейку.

A_2 - развертка $T_{x,y}$.

P_3 - проверка: $X = 0$?

A_4 - получение x, y левой границы.

P_5 - проверка: $x = x_{max}$?

A_6 - получение x, y правой границы.

P_7 - проверка: $y = 0$?

A_8 - получение x, y нижней границы.

P_9 - проверка: $y = y_{max}$?

A_{10} - получение x, y верхней границы.

A_{II} - возврат для точек граничных.

A_{I2} - возврат для точек неграничных.

Структура операторной схемы имеет вид:

$H_0 A_1 A_2 P_{3+5} A_4 P_{5+7} A_6 P_{7+9} A_8 P_{9+12} A_{10} A_{11} A_{12}$.

Операторная схема подблока "анализ граничной точки линии" работает следующим образом. Оператор A_I засылает $T_{x,y}$ анализируемой точки в рабочую ячейку для последующей развертки в x, y оператором A_2 . Цель анализа - выяснить, лежит эта точка на границе области или нет. Если точка лежит на какой-либо из 4-х границ, то будет иметь место, по крайней мере, одно из равенств: $X = 0$, $Y = 0$, $y = y_{max}$, $x = x_{max}$. В дальнейшем все эти равенства поочередно проверяются. Оператор P_3 проверяет: $X = 0$? Если да, значит, точка лежит на левой границе. Считая эту точку точкой В, нужно найти зеркальную для точки С. Если координаты точки $C = x' y'$, то координаты зеркальной точки: $y_{зерк} = y'$, $x_{зерк} = -x'$. Их определяет оператор A_4 .

Если равенство $X = 0$ не выполняется, после оператора P_3 работает оператор P_5 , который проверяет: $x = x_{max}$? Если да, значит точка В лежит на правой границе области. Зеркальную точку определяет оператор A_6 : $y_{зерк} = y'$, $x_{зерк} = 2x_{max} - x'$. В случае, когда x не равно x_{max} , оператор P_7 проверяет условие: $Y = 0$?

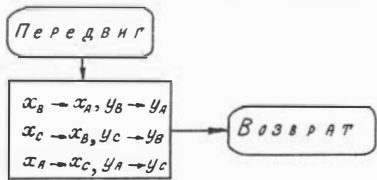
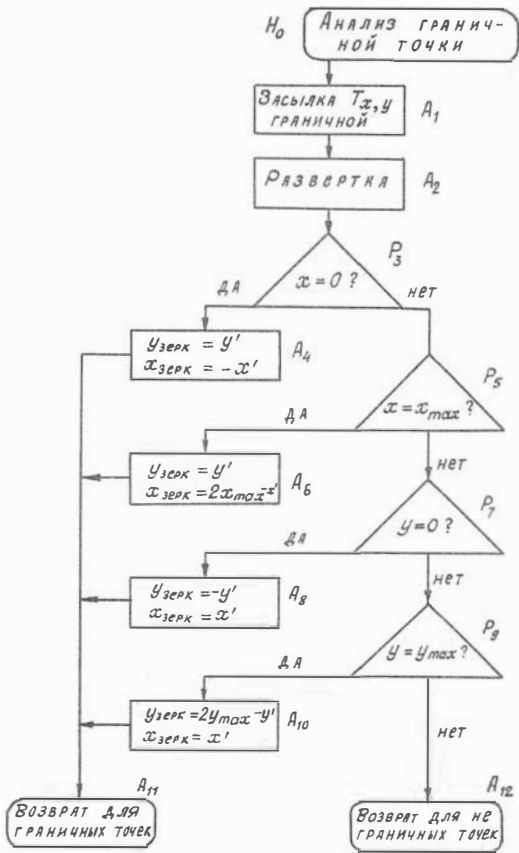


рис.15 Блок-схема подблоков «Передвиг», «не пора ли на график» и «анализ граничной точки»

Если $Y = 0$, значит, точка В лежит на нижней границе. Зеркальную точку определяет оператор A_8 : $y_{\text{зерк.}} = -y'$, $x_{\text{зерк.}} = x'$. Если равенство $Y = 0$ не выполняется, то оператор P_9 проверяет равенство: $y = y_{\text{max}}$. Если да, то оператор A_{10} определяет координаты зеркальной точки: $y_{\text{зерк.}} = 2y_{\text{max}} - y'$, $x_{\text{зерк.}} = x'$. После операторов A_4 , A_6 , A_8 , A_{10} работает оператор A_{11} , осуществляющий возврат в блок для случаев, когда анализируемая точка оказалась граничной. Если точка не граничная, то возврат в блок происходит через оператор A_{12} .

"Интерполяция".

Блок-схема этого подблока приведена на рис. / 16 /. В состав его входят следующие операторы:

- H_0 - начало работы.
- K_1 - счетчик очередных точек.
- A_2 - засылка x_B , y_B в ПП готовых точек.
- K_3 - пересчет ПАГ.
- A_4 - вычисление Δx_{BC} , Δy_{BC} .
- P_5 - проверка условия: $\Delta x_{BC} < \Delta x$?
- P_6 - проверка условия: $\Delta y_{BC} < \Delta y$?
- P_7 - определение знака.
- A_8 - пересчет координат для поворота на 45^0 .
- A_9 - засылка ключа $20'$.
- A_{10} - пересчет по формуле для поворота 0^0 .
- A_{11} - засылка ключа $17'$.
- A_{12} - пересчет координат для поворота на 90^0 .
- A_{13} / засылка ключа $18'$.
- A_{14} - пересчет координат с поворотом на 135^0 .
- A_{15} - засылка ключа $19'$.
- A_{16} - расчет коэффициентов полинома a_3, a_2, a_1 .
- A_{17} - вычисление интервала интерполяции.
- P_{18} - $x_i > 0$?
- A_{19} - засылка $+$ δx .
- A_{20} - засылка $-$ δx .
- A_{21} - засылка 0 в x_2 .
- P_{22} - конец интервала?
- A_{23} - подсчет текущей координаты x_2 .
- A_{24} - подсчет ординаты y_2 .
- P_{25} - переключатель P_c .

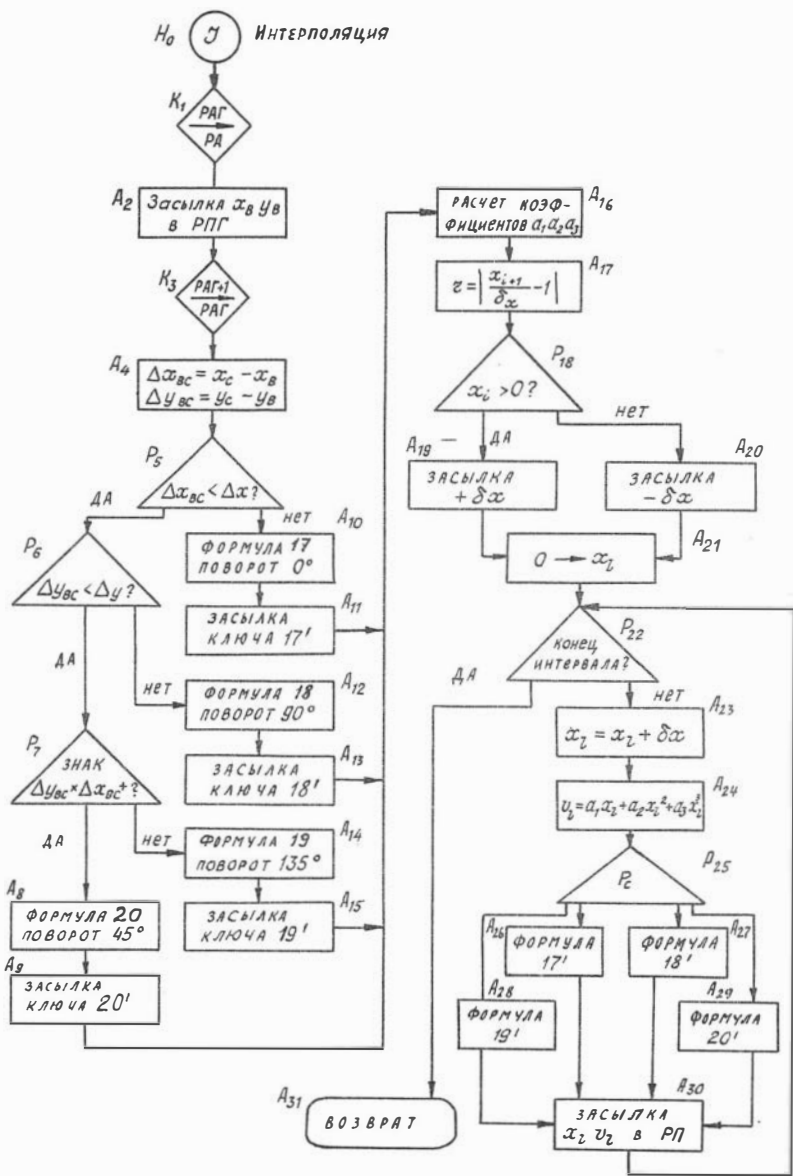


рис.16 Блок-схема рабочего подблока „Интерполяция“

- A_{26} - пересчет координат по ключу $I7'$.
- A_{27} - пересчет координат по ключу $I8'$.
- A_{28} - пересчет координат по ключу $I9'$.
- A_{29} - пересчет координат по ключу $20'$.
- A_{30} - засылка x_2, v_2 в РП.

Структура операторной схемы имеет вид:

$H_0 K_1 A_2 K_3 A_4 P_{510} P_{612} P_{714} A_8 A_9^{16} A_{10}^{5} A_{11}^{16} A_{12}^6 A_{13}^{16} A_{14}^7 A_{15}^{9,11,13,15} A_{16}$

$A_{17} P_{18120} A_{19}^{21} A_{20}^{19,20} A_{21}^{31} P_{22} A_{23} A_{24} A_{25}^{26,27,28} A_{26}^{25} A_{27}^{25} A_{28}^5 A_{29}^{26,29} A_{30}^{22} A_{31}$.

Операторная схема работает следующим образом. Оператор K_1 засылает РАГ в регистр адреса машины, т.е. это счетчик готовых проинтерполированных точек. Оператор A_2 засылает в РПГ координаты x_8, y_8 /точка В - всегда начало интерполируемого отрезка/. Оператор K_3 пересчитывает РАГ, прибавляя к нему 1, т.е. готовит его для следующей точки. Оператор A_4 определяет приращения отрезка по X и Y: $\Delta x_{8c} = x_c - x_8, \Delta y_{8c} = y_c - y_8$.

Дальше работает оператор P_5 , который проверяет: $\Delta x_{8c} < \Delta x$? Δx - это шаг сетки; если Δx_{8c} окажется равным Δx , значит, отрезок внутри ячейки проходит от одной вертикальной стороны до другой. Для интерполяции начало координат должно быть перенесено в точку В, отрезок ВС - лежать на оси X. Если $\Delta x_{8c} = \Delta x$, значит, поворота осей не требуется. Оператор A_{10} осуществляет пересчет координат точек А, С, Д относительно точки В по формуле $I7$, предусматривающей поворот $= 0^0$. Оператор A_{11} засылает в переключатель P_6 ключ $I7'$. Ключ, засланный в P_6 , определяет формулу для обратного пересчета координат после интерполяции.

Если выполняется условие $\Delta x_{8c} < \Delta x$, то после оператора P_5 работает оператор P_6 , который проверяет условие: $\Delta y_{8c} < \Delta y$? Равенство Δy_{8c} и Δy означает, что отрезок ВС проходит в ячейке от одной горизонтальной стороны до другой. В этом случае оператор A_{12} производит пересчет координат точек по формуле $I8$, предусматривающей поворот на 90^0 , а оператор A_{13} засылает в переключатель P_6 ключ $I8'$.

Если выполнилось и это условие, т.е. $\Delta y_{8c} < \Delta y$, значит, отрезок ВС в ячейке пересекает какие-то 2 смежные стороны. Определить его направление можно по знаку произведения

$\Delta y_{8c} \cdot \Delta x_{8c}$. Оператор P_7 выясняет $(\Delta y_{8c} \cdot \Delta x_{8c}) > 0$?

Если да, то пересчет координат производится оператором A_8 по формуле 20 с поворотом на 45° , если нет, то – оператором A_{14} по формуле 19.

После A_8 оператором A_9 в P_C засылается ключ 20', а после A_{14} оператором A_{15} – ключ 19'. После всех операторов, засылающих ключ в P_C , а именно – A_{11} , A_{13} , A_9 , A_{15} работает оператор A_{16} , производящий расчет коэффициентов полинома $a_1 a_2 a_3$. Оператор A_{17} подсчитывает интервал интерполяции $\varepsilon = \left| \frac{x_{i+1}}{\delta x} - i \right|$, (где x_i – координата точки ($x_8 = 0$), δx – шаг интерполяции). Затем следует оператор P_{18} , проверяющий $x_i > 0$? Знак x_i нужно знать для того, чтобы знать, какой знак будет иметь шаг интерполяции. Если $x_i > 0$, то оператор A_{19} засылает $+\delta x$, в противном случае оператор A_{20} засылает $-\delta x$.

После операторов A_{19} и A_{20} оператор A_{21} засылает 0 в x_i , x_i – текущая координата интерполируемого отрезка. Оператор P_{22} определяет конец ли интервала. Если интервал кончился, оператор A_{31} осуществляет возврат в блок, откуда было обращение к этому подблоку. Если нет, то оператор A_{23} вычисляет новую $x_{i+1} = x_i + \delta x$, а оператор A_{24} подсчитывает ординату точки $y_i = a_1 x_i + a_2 x_i^2 + a_3 x_i^3$.

Оператор P_{25} содержит переключатель P_C . В зависимости от посланного в P_C ключа один из операторов A_{26} , A_{27} , A_{28} , A_{29} пересчитывает координаты точек. Оператор A_{30} засылает $x_i y_i$ в P_1 , после чего работает оператор P_{22} и, пока интервал не кончится, интерполяция продолжается.

"Передви́г".

Подблок осуществляет передви́г координат точек B в A, C в B, D в C и возвращается в рабочий блок. Блок-схема приводится на рис. 15.

Подблок \mathcal{L}_1 – начало линии. Блок-схема приведена на рис. 17. В состав подблока входят следующие операторы:

N_0 – начало работы.

K_1 – засылка 0 в переключатель P_B .

A_2 – рабочий подблок "очередная точка".

P_3 – проверка: конец линии?

A_4 – засылка разделителя в P_1 .

A_5 – рабочий подблок "не пора ли на график?"

- A_6 - развертка $T_{x,y}$ в x_T, y_T .
- A_7 - засылка T_I в рабочую ячейку точки С.
- A_8 - засылка T_I в РП.
- A_9 - "очередная точка".
- P_{I0} - проверка: конец линии?
- A_{II} - развертка $T_{x,y}$ в x_T, y_T .
- A_{I2} - засылка T_2 в рабочую ячейку точки Д.
- A_{I3} - "передвиж".
- A_{I4} - "очередная точка".
- P_{I5} - проверка: конец линии?
- A_{I6} - засылка T_2 в РП.
- A_{I7} - развертка $T_{x,y}$ в x_T, y_T .

Структура операторной схемы имеет вид:

$$H_0 \cdot {}^5K_1 A_2 P_{316} \cdot {}^{3,10,16}A_4 A_5' A_6 A_7 A_8 A_9 P_{10}^{14} A_{11} A_{12} A_{13} A_{14} P_{15,17} A_{16}^4 A_{17}^2.$$

Операторная схема работает следующим образом. Оператор K_I засылает 0 в переключатель P_B , тем самым настраивая его на режим без доработки. A_2 - это рабочий подблок "очередная точка". Отсюда возможен уход в блок λ , когда кончен уровень и нужно брать другой. Пока уровень продолжается, после A_2 работает оператор P_3 , который проверяет, не кончилась ли изолиния. Если изолиния, которая интерполировалась, кончилась, то оператор A_4 засылает в P_I разделитель, отделяющий линию от следующей, и затем оператор A_5 , который содержит рабочий подблок "не пора ли на график", обращается к УГ - если накоплен необходимый массив, или, если массив не накоплен, передает управление оператору A_I .

Если же линия не кончилась, то после P_3 работает оператор A_6 , осуществляющий развертку координат очередной точки (см. программу "Изолиния-2"). Затем оператор A_7 засылает координаты точки T_I в рабочую ячейку С. Как уже было сказано, для интерполяции отдельных участков изолинии нужно 4 точки, обозначенные А, В, С, Д. ВС - интерполируемый отрезок. (Подблок λ находит три точки В, С, Д).

Оператор A_8 засылает координаты T_I в рабочее поле. Оператор A_9 выбирает следующую очередную точку T_2 , а P_{I0} проверяет, нет ли конца линии. Если конец, то уход на оператор A_4 . Если линия не кончилась, то - на оператор A_{II} , который выполняет развертку координат очередной точки. Далее оператором A_{I2} эти координаты засылаются в рабочую ячейку точки Д.

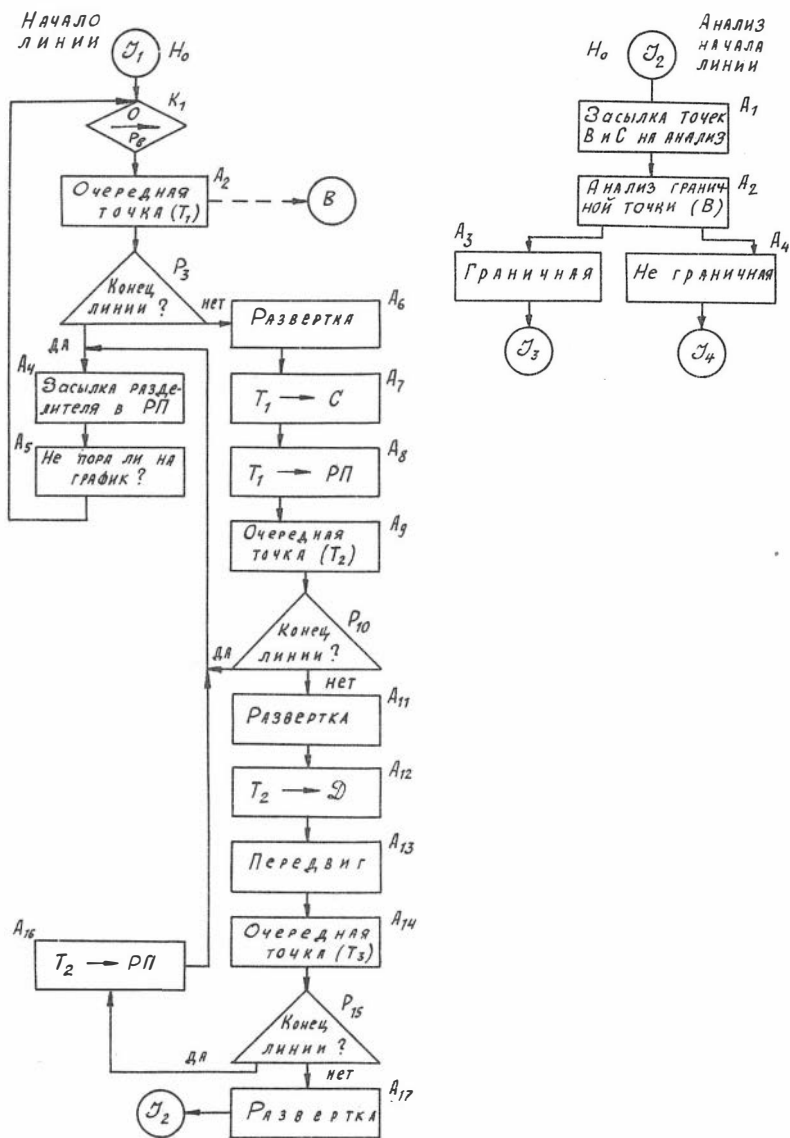


рис.17 Блок-схема подблоков J_1 и J_2

Оператор A_{I3} - это рабочий подблок "передвиг". В данном случае он переместит содержимое ячейки D в ячейку C , а ячейки C - в B , в результате будет зафиксирован интерполируемый отрезок BC . Третью точку T_3 выбирает оператор A_{I4} . Оператор P_{I5} проверяет, нет ли конца линии. Эта проверка позволяет обнаружить изолинии, состоящие из двух точек. Если окажется конец линии, то точка T_2 оператором A_{I6} засылается в РП и оттуда происходит переход на оператор A_4 .

Если конца линии нет, то после P_{I5} оператор A_{I7} - развертка T_3 и уход в подблок \mathcal{J}_2 .

Подблок \mathcal{J}_2 - анализ начала линии. Блок-схема приведена на рис. 17. В состав подблока входят операторы:

- A_1 - засылка точек B и C на анализ.
- A_2 - рабочий подблок "анализ граничной точки".
- A_3 - возврат граничных точек.
- A_4 - возврат не граничных точек.

Структура операторной схемы имеет вид: $A, A_2, A_3^3, 2A_3^4$.

Операторная схема работает следующим образом. В подблок \mathcal{J}_2 произошел переход из подблока \mathcal{J}_1 , который подготовил 3 точки для интерполяции. Оператор A_1 подблока \mathcal{J}_2 засылает координаты точек B и C на анализ. Точка B должна быть проверена - не граничная ли она, а точка C засылается для поиска четвертой точки, зеркальной C , если окажется, что точка B - граничная.

Оператор A_2 - это рабочий подблок, "анализ граничной точки". Из него засылается возврат в A_3 , если точка B - граничная, т.е. линия разомкнутая, и в A_4 , если точка B не граничная, т.е. линия замкнутая. От этих операторов непосредственный переход в подблок \mathcal{J}_3 в первом случае и в подблок \mathcal{J}_4 во втором.

Подблок \mathcal{J}_3 - интерполяция разомкнутой линии. Блок-схема приведена на рис. 18. В состав подблока входят следующие операторы:

- K_1 - засылка I в P_B .
- A_2 - засылка $x_{зерк.}, y_{зерк.}$ в x_1, y_1 .
- A_3 - интерполяция отрезка BC (рабочий подблок).
- A_4 - рабочий подблок "не пора ли на график".
- A_5 - "передвиг".
- A_6 - рабочий подблок "очередная точка".
- K_7 - засылка O в P_B .

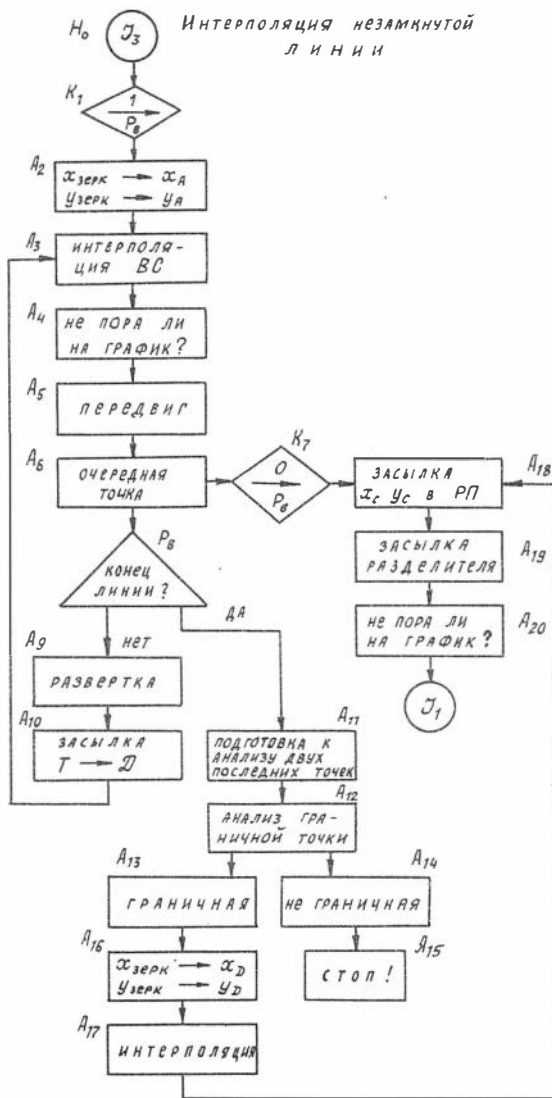


рис.18 Блок-схема подблока J_3

- P_8 - проверка: конец линии?
- A_9 - развертка.
- A_{10} - засылка T в Д.
- A_{11} - подготовка к анализу 2-х последних точек линии.
- A_{12} - анализ граничной точки.
- A_{13} - выход граничных точек.
- A_{14} - выход не граничных точек.
- A_{15} - сбой.
- A_{16} - засылка $x_{зерк.}$, $У_{зерк.}$ в x_D , $У_D$.
- A_{17} - интерполяция.
- A_{18} - засылка x_c , $У_c$ в РП.
- A_{19} - засылка разделителя.
- A_{20} - "не пора ли на график".

Структура операторной схемы имеет вид:

$$H_0 A_1 K_2^{2,10} A_3 A_4 A_5 A_6^8 K_7^6 P_8^{11} A_9 A_{10}^3 A_{11}^8 A_{12}^{13,14} A_{13}^{16} A_{14}^{12} A_{15}^9 A_{16}^{13} A_{17}^7 A_{18}^{7,17} A_{19} A_{20}^{21}$$

Операторная схема работает следующим образом. Оператор K_1 засылает I в переключатель P_B , находящийся в подблоке "очередная точка", для того, чтобы из этого подблока был выход на доработку, когда будет конец уровня. Оператор A_2 засылает координаты $x_{зерк.}$, $У_{зерк.}$, полученные в подблоке \mathcal{J}_2 , соответственно в x_A , $У_A$. Далее работает подблок "интерполяция", обозначенный оператором A_3 , где интерполируется отрезок BC. Оператор A_4 - это рабочий подблок "не пора ли на график", оператор A_5 - "передвиг". В результате срабатывания оператора A_5 произойдет передвиг координат точек B в A, C в B, D в C. Ячейка точки D должна быть заколлена новой точкой. За очередной точкой обращается рабочий подблок "очередная точка". В этом подблоке, описанном выше, есть проверка конца уровня, после которой два пути - с доработкой и без доработки. Так как в переключатель P_B , находящийся в подблоке "очередная точка", была заслана I, то из него будет выход на доработку, которая начинается при конце уровня с оператора K_7 . В тех случаях, когда конца уровня не было, после A_6 работает оператор P_8 , проверяющий, конец линии или нет. Если нет, то оператор A_9 производит развертку очередной точки, а оператор A_{10} засылает её координаты в ячейку точки D. Далее - переход на оператор A_3 и интерполяция нового отрезка BC.

Если линия кончилась, то после оператора P_8 работает оператор A_{I1} , который готовит к анализу 2 последние точки линии, т.е. засылает их координаты в рабочие ячейки. Оператор A_{I2} - рабочий подблок "анализ граничной точки". Из него засылается возврат на оператор A_{I3} , если точка граничная и A_{I4} , если точка оказалась не граничной. Однако это может быть только в результате неправильной работы машины, т.к. на оператор A_{I2} должны поступать только граничные точки, поэтому после A_{I4} произойдет останов машины (оператор H_{I5} -сбой).

После оператора P_{I3} координаты зеркальной точки, найденные в подблоке "анализ граничной точки линии", засылаются оператором A_{I6} в рабочую ячейку точки Д: $x_{зерк} \rightarrow x_D$, $y_{зерк} \rightarrow y_D$. В результате имеются все 4 точки А, Б, С, Д, оператор A_{I7} интерполирует последний отрезок ВС.

Затем оператор A_{I8} засылает x_c , y_c в РП, оператор A_{I9} засылает туда разделитель, т.к. линия кончилась, а оператор A_{20} (рабочий подблок "не пора ли на график") проходит снова в блок J_1 за новой линией.

Если в рабочем подблоке "очередная точка" обнаружится конец уровня, то выход из этого блока произойдет на доработку, на оператор K_7 . Этот оператор засылает 0 в P_B , т.к. больше доработка не потребует, а затем работают операторы A_{I8} , A_{I9} , A_{20} и снова вход в J_1 .

Подблок J_4 - интерполяция замкнутой линии. Блок-схема подблока приведена на рис. 19. В состав его входят следующие операторы:

- H_0 - начало работы.
- A_1 - засылка 1 в P_B .
- A_2 - напоминание T_2 и T_3 .
- A_3 - засылка разделителя в РП.
- A_4 - передвиг.
- A_5 - очередная точка.
- P_6 - проверка: конец линии?
- A_7 - засылка T_2 в рабочую ячейку Д.
- A_8 - интерполяция.
- A_9 - передвиг.
- A_{I0} - засылка T_3 в рабочую ячейку Д.

- A_{I1} - интерполяция.
- A_{I2} - засылка T_2 в РП.
- A_{I3} - засылка разделителя в РП.
- A_{I4} - не пора ли на график?
- A_{I5} - засылка T в рабочую ячейку Д.
- A_{I6} - интерполяция отрезка.
- A_{I7} - не пора ли на график?

Структура операторной схемы имеет вид:

$$H_0, A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, P_{6,15}, A_7, A_8, A_9, A_{10}, A_{11}, A_{12}, A_{13}, A_{14}, A_{15}, A_{16}, A_{17}^4.$$

Операторная схема работает следующим образом. Оператор P_1 засылает I в переключатель P_B - для выхода на доработку из подблока "очередная точка". Оператор A_2 - запоминание точек T_2 и T_3 . Точку T_1 запоминать нет необходимости, так как в случае замкнутой линии она является не только первой, но и последней. T_2 и T_3 запоминаются для того, чтобы иметь возможность интерполировать самые последние участки изолинии. Пусть $T_1, T_2, \dots, T_n, T_{I1}$ - точки изолинии; точки А, В, С, Д - скользящие обозначения тех же точек, введенные для интерполяции. Первый интерполирует - мый отрезок - это T_2T_3 , затем - T_3T_4 и т.д. Для интерполяции отрезков T_n, T_{I1} и $T_{I1}T_2$ потребуются точки T_2 и T_3 .

Оператор A_3 засылает в РП разделитель линий. Оператор A_4 производит передвиг точек, а оператор A_5 обращается за очередной точкой. Во всех случаях, когда в подблоке "очередная точка" нет конца уровня, после него работает оператор P_6 , проверяющий, не кончилась ли линия. Пока линия не кончилась, после него работает оператор A_{I5} , засылающий очередную точку T в рабочую ячейку Д. Далее работают подблоки интерполяция отрезка - оператор A_{I6} - и "не пора ли на график?" - оператор A_{I7} . От оператора A_{I7} - происходит возврат на A_4 .

В случае конца линии после оператора P_6 работает оператор A_7 , засылающий T_2 в ячейку Д, после чего производится интерполяция отрезка T_n, T_{I1} оператором A_8 . Оператор A_9 осуществляет передвиг, в результате которого точка T_n стала точкой А, точка T_{I1} - В, T_2 - С, а оператор A_{10} засылает в рабочую ячейку Д точку T_3 . После этого оператор A_{I1} интерполирует последний отрезок ВС, которым стал участок изолинии $T_{I1}T_2$.

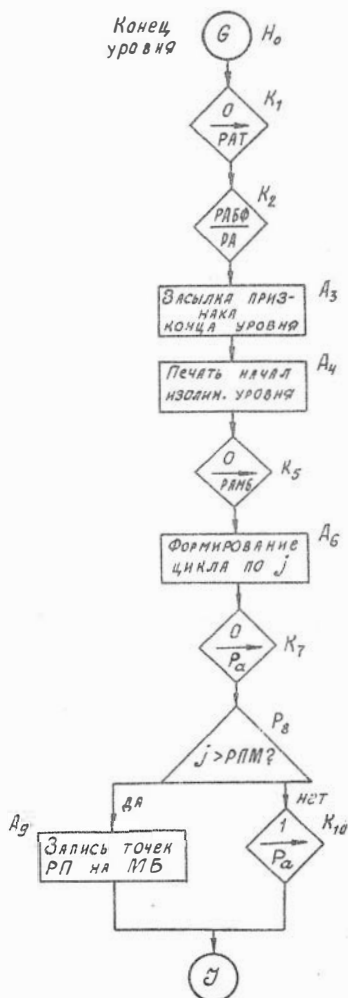
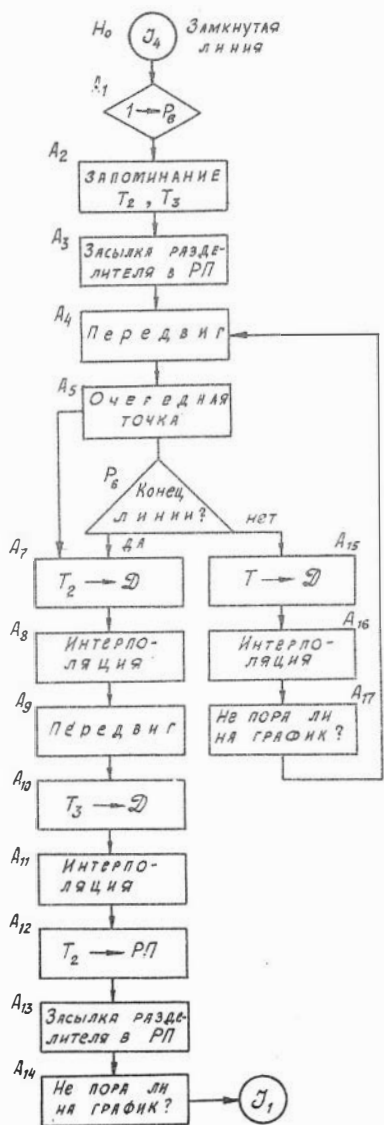


рис.19 Блок-схемы подблока Ж₄ и блока Г

После оператора A_{I1} вся изолиния становится проинтерполированной. Операторы A_{I2} и A_{I3} засылают в РП координаты T_2 и делитель соответственно; оператор A_{I4} определяет, не пора ли на график, а из него — уход в блок \mathcal{J} , за новой линией.

Если в подблоке "очередная точка" обнаружится конец уровня, то переключатель P_8 дает выход на оператор A_7 , на доработку.

Описание работы блока G.

Как было отмечено, блок G упрощен по сравнению с программой "Изолиния-2", хотя роль его осталась по существу той же — обрабатывать конец уровня. Блок-схема этого блока приведена на рис. 19. В состав блока входят следующие операторы:

- H_0 — начало работы.
- K_1 — засылка 0 в РАТ.
- K_2 — засылка РАБФ в РА (БФ — буфер).
- A_3 — засылка признака конца уровня.
- A_4 — печать точек начал изолиний данного уровня.
- K_5 — засылка 0 в РАМБ.
- A_6 — формирование цикла по j .
- K_7 — засылка 0 в P_a .
- P_8 — проверка: $j > PPM$?
- A_9 — запись точек РП на МБ.
- K_{10} — засылка 1 в P_a .

Структура операторной схемы имеет вид:

$$H_0 K_1 K_2 A_3 A_4 K_5 A_6 K_7 P_{8+10} A_9^{\mathcal{J}} K_{10}^{\mathcal{J}} .$$

Операторная схема работает следующим образом. Оператор K_1 засылает 0 в РАТ, т.е. готовит РАТ для следующего уровня. Оператор K_2 засылает РАБФ в РА. Буфер содержит координаты точек начал изолиний для контроля. Оператор A_3 засылает признак конца уровня в РП, а оператор A_4 осуществляет печать начал изолиний данного уровня.

Далее оператор K_5 заносит 0 в РАМБ. Оператор A_6 формирует цикл по j для последующей работы программы. В переключатель P_a , находящийся в подблоке "очередная точка", оператором K_7 засылается 0. Это означает, что все точки в МОЗУ не помещаются. Оператор P_8 проверяет условие: $j > PPM$, т.е. уточняет, пра-

вильно ли в P_a был заслан 0. Если $j > \text{РПМ}$, значит, все точки в МОЗУ не помещаются. Оператор A_9 производит запись точек РП на МБ. Если нет, значит все точки помещаются в МОЗУ, оператор K_{10} засылает в P_a блока \mathcal{J} единицу; после операторов A_9 и K_{10} работа блока \mathcal{B} кончилась, начинается работа блока \mathcal{J} .

Описание блок-схемы блока R

Блок-схема блока R приведена на рис. 13. В состав блока входят подблоки:

- R_0 - подготовка исходной матрицы.
- R_1 - формирование адресов засылки z в размельченную матрицу.
- R_2 - очередная ячейка.
- R_3 - анализ K -ой ячейки.
- R_4 - выборка вертикалей.
- R_5 - расчет точек А, В, С, Д горизонталей.
- R_6 - интерполяция отрезка вдоль горизонталей.

Блок-схема работает следующим образом. Подблок R_0 готовит исходную матрицу к счету. Для этого вводится информация о ней, проверяется правильность задания этой информации, определяется место, которое займет новая, размельченная матрица, вводится исходная матрица, после чего управление передается подблоку R_1 . В этом подблоке формируются адреса засылки z в размельченную матрицу, производится общая подготовительная работа. Далее работает подблок R_2 , который имеет дело с отдельными ячейками. Он определяет место ячейки в матрице, чтобы выбирать для неё необходимые значения z и формирует команды для засылки этих значений в большую размельченную матрицу.

Подблок R_3 анализирует местоположение рассматриваемой ячейки, а именно - не находится ли она на границе. В этом случае интерполяция отрезков ведется не по 4-м точкам, а только по 3-м. Подблок R_3 и задает после анализа ячейки режим интерполяции.

Затем работает блок R_4 - выборка вертикалей. Выбираются вертикали и рассчитываются коэффициенты вертикалей, которые засылаются здесь же на свои рабочие места.

Подблок R_5 подсчитывает точки А, В, С, Д горизонталей для вычисления полинома. Рассчитываются коэффициенты горизонталей. В подблоке проверяется, все ли горизонталы рассчитаны. Когда все горизонталы рассчитаны, с R_5 происходит переход на R_2 , где проверяется, все ли ячейки размельчены. Если это так, то из R_2 управление передается в блок А для счета полученной матрицы.

После R_5 , пока не все горизонталы рассчитаны, работает подблок R_6 , который по полученным коэффициентам горизонталей производит интерполяцию отрезка горизонталей с заданным шагом Δx по оси X. Получаются значения z вдоль горизонталей, которые за-сылаются в размельченную матрицу. С подблока R_6 происходит возврат на R_5 .

Подблок R_0 - подготовка исходной матрицы к счету. Блок-схема приводится на рис. 20. В состав блока входят следующие операторы:

- H_0 - начало работы.
- A_1 - запись блока А на МБ.
- A_2 - вызов ИС.
- A_3 - вычисление $\frac{\sqrt{2}}{2}$.
- A_4 - ввод ПК информации.
- A_5 - перевод IO \rightarrow 2
- A_6 - выделение w целого.
- P_7 - проверка: $w > 0$?
- A_8 - выделение S целого.
- P_9 - проверка: $S > 0$?
- H_{10} - сброс машины, останов.
- A_{11} - выделение l, n целого.
- P_{12} - проверка: $(l-1) > 0$?
- P_{13} - проверка $n-1 > 0$?
- H_{14} - останов машины.
- A_{15} - подсчет l', n' уплотненной матрицы.
- P_{16} - проверка: $l', n' > 3500_8$.
- H_{17} - останов машины.
- A_{18} - засылка $K_k = (l-1)(n-1)$.
- A_{19} - ввод исходной матрицы.
- A_{20} - перевод IO \rightarrow 2.

Структура операторной схемы имеет вид:

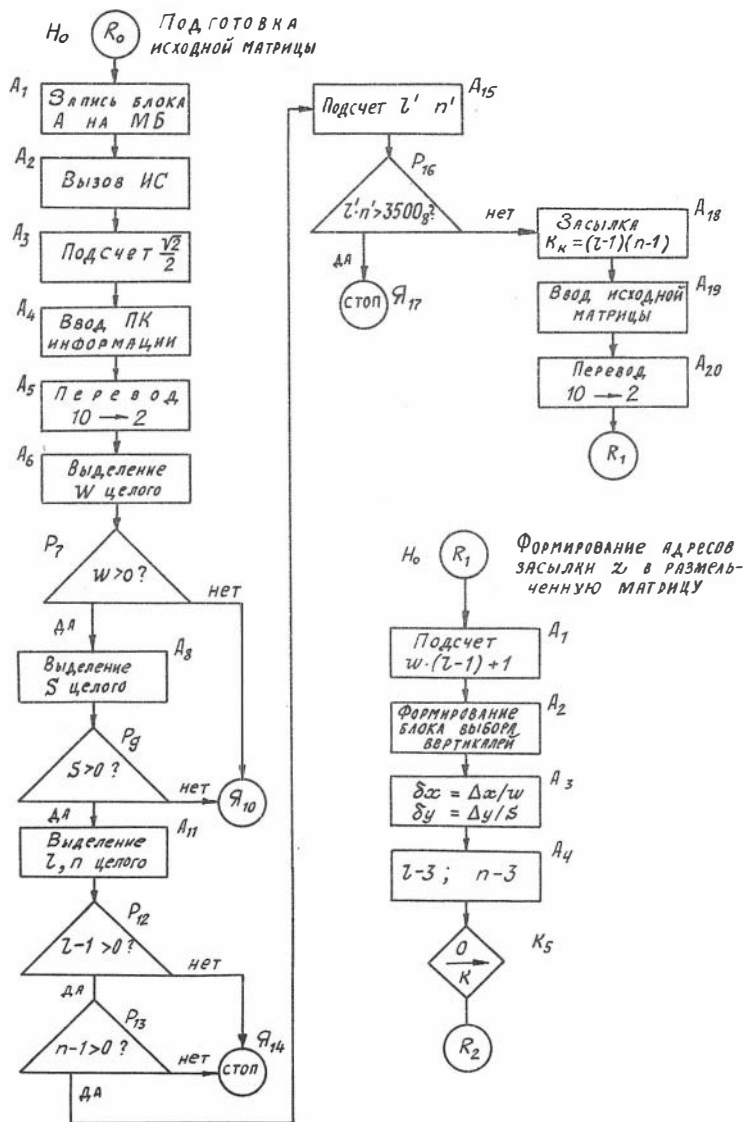


рис.20 Блок -схемы подблоков R₀ и R₁

$H_0, A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, P_{7+10}, A_8, P_9^{*11}, \gamma, \gamma_{10}, {}^9A_{11}, P_{12+14}, P_{15}^{*15}, {}^{12,13}P_{14}, {}^{13}A_{15}, P_{16+18}, \gamma_{17}$
 ${}^{16}A_{18}, A_{19}, A_{20}^R.$

Операторная схема работает следующим образом. Оператор A_1 записывает блок A на МБ, чтобы использовать занимаемое им место в памяти. Оператор A_2 вызывает ИС; оператор A_3 вычисляет величину $\frac{\sqrt{2}}{2}$, которая потребуется в дальнейшей работе; оператор A_4 вводит ПК информации. В ПК информации заданы величины S, ω (число разбиений ячейки сетки по вертикали и горизонтали), δx - шаг интерполяции, $\Delta x, \Delta y$ - шаги сетки исходной матрицы по осям $x, y, \Delta x$ - шаг уровня (сечения), l, n - число столбцов и строк исходной матрицы, m - число матриц. Оператор A_5 переводит данные ПК из десятичной системы в двоичную.

Оператор A_6 выделяет целую часть ω , а оператор P_7 проверяет: $\omega > 0$? Если ω окажется < 0 , значит, неверно задана информация, сработает γ_{10} - останов машины. Если $\omega > 0$, то после P_7 работает оператор A_8 , который выделяет целую часть S . Оператор P_9 проверяет, $S > 0$ или нет. Если нет, значит, ошибка информации, срабатывает оператор γ_{10} , происходит останов машины.

Если $S > 0$, после P_9 работает оператор A_{11} , выделяющий целые части l и n . Эти величины должны быть > 1 . Выполнение этого условия проверяют операторы P_{12} и P_{13} . Сначала оператор P_{12} проверяет условие $l-1 > 0$ и затем, если оно выполняется, оператор P_{13} проверяет условие $n-1 > 0$. В случае невыполнения любого из этих условий работает оператор γ_{14} , происходит останов машины. Если оба условия выполнены, после оператора P_{13} работает оператор A_{15} , которые вычисляет l', n' - число столбцов и строк уплотненной матрицы. Оператор P_{16} проверяет, позволяют ли размеры полученной матрицы разместить её в отведенном для неё рабочем поле, для чего проверяется условие $l' \cdot n' > 3500_8$.

В случае выполнения этого условия происходит останов машины в результате срабатывания оператора γ_{17} . Если условие не выполняется, т.е. матрица помещается в памяти, оператор A_{18} подсчитывает и засылает на рабочее место общее число ячеек сетки размельченной матрицы.

Ячейки исходной матрицы измельчаются по очереди, начиная с 0-ой. Как размельчается отдельная ячейка? Покажем это на примере ячейки № 7. Для определения значений z в узлах размельченной ячейки 7 потребуются значения z в узлах данной ячейки и в узлах всех ячеек, имеющих с данной хотя бы один общий узел, т.е. ячеек I, 2, 3, 6, 8, 11, 12, 13. Эти узлы располагаются на вертикалях I–IV. 4 узла на вертикали I обозначены A, B, C, D, в дальнейшем эти обозначения присваиваются последовательно соответствующим узлам всех 4-х вертикалей. По четырем известным значениям z в точках A, B, C, D, заданным в исходной матрице, строится интерполяционный полином, с помощью которого интерполируется отрезок BC. Интервал интерполяции задается в соответствии с числом разбиений ячейки по вертикали. В результате интерполяции получаем значения z в точках a, b, c, d, e отрезка BC. Аналогично интерполируются отрезки других 3-х вертикалей, после чего имеются значения z в заданном числе точек на всех вертикалях. Через одноименные точки проводятся горизонталы, для каждой из которых имеются 4 известные значения z . По ним интерполируются отрезки, проходящие от точки II вертикали до точки на 3-ей вертикали. Интервал интерполяции выбирается в соответствии с числом разбиений ячейки по горизонтали. В результате интерполяции получают значения z во всех узлах размельченной матрицы (рис. 22).

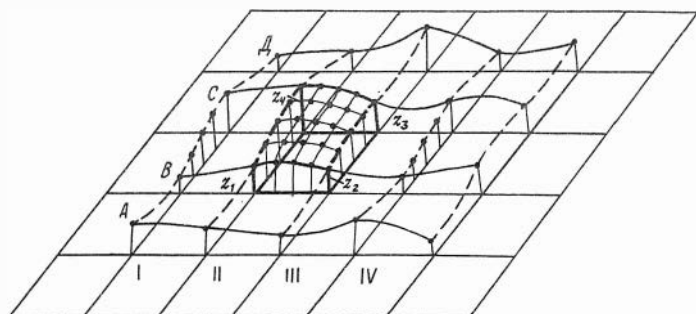


рис.22

Операторная схема блока R_1 работает следующим образом. Оператор A_1 подсчитывает число узлов в строке размельченной матрицы: $\omega \cdot (Z-1) + 1$. Оператор A_2 формирует блок выбора вертикалей. Вертикали подбираются для каждой ячейки по её номеру: выбираются значения z в точках А, В, С, Д всех нужных вертикалей. В случае, если ячейка лежит на краю области, одной из вертикалей может не быть. Вертикали II и III всегда граничат с выбранной ячейкой. Вертикалей I и IV может не быть (ячейки 5, 9 на рис. 21).

Оператор A_3 вычисляет $\delta x = \frac{\Delta x}{\omega}$ и $\delta y = \frac{\Delta y}{S}$, т.е. шаги размельченной сетки по x и y . Оператор A_4 вычисляет величины $Z-3$ и $n-3$, которые требуются в дальнейшем. Оператор K_5 засылает 0 в K - счетчик размельчаемой ячейки. На этом работа подблока R_1 кончается, происходит переход в подблок R_2 .

Подблок R_2 - очередная ячейка. Блок-схема приведена на рис. 23. В состав подблока R_2 входят следующие операторы:

H_0 - начало работы.

K_1 - пересчет счетчика размельчаемой ячейки.

K_2 - засылка Δy в Δ .

P_3 - проверка: $K > K_{\text{конечное?}}$

A_4 - засылка $\delta x \rightarrow \Delta x$ и $\delta y \rightarrow \Delta y$.

A_5 - расчет $n_k = \frac{\kappa}{Z-1}$ и $Z_k = \kappa - (Z-1)n_k$.

A_6 - формирование команды засылки i точки ячейки K .

Структура операторной схемы имеет вид:

$$H_0 K_1 A_2 P_{3,15} A_4 A_5 A_6^{R_2}$$

Операторная схема работает следующим образом. Оператор K_1 пересчитывает счетчик размельчаемой ячейки, прибавляет к нему единицу. Оператор K_2 засылает Δy в рабочую ячейку Δ . Затем идет проверка счетчика K . Оператор P_3 проверяет $\kappa > K_{\text{конечное?}}$. Если да, то оператором A_4 засылаются δx в Δx , а δy в Δy , т.е. происходит замена шагов исходной матрицы Δx и Δy шагами размельченной матрицы δx и δy .

Если условие $\kappa > K_{\text{конечн.}}$ не выполняется, то после оператора P_3 работает оператор A_5 , вычисляются n_k и Z_k , т.е. номера столбца и строки, где находится левый нижний угол K -ой ячейки. Затем оператор A_6 формирует команды засылки i -ой точки K -ой ячейки в соответствующую рабочую ячейку. Далее происходит переход в подблок R_3 .

Подблок R_3 - анализ ячейки К и её окружения. Блок-схема подблока приведена на рис. 23. В состав его входят следующие операторы:

K_1 - 0 засылается в P_{B1} /переключатель I-ой вертикали/.

P_2 - проверка: $z_k < 1$?

K_3 - засылка I в P_{B1} .

K_4 - засылка в ключ горизонтали ветви ВСД.

P_5 - проверка условия: $z_k > z - 3$.

K_6 - засылка I в P_{B4} .

K_7 - засылка ветви ABC в ключ горизонтали.

K_8 - засылка 0 в P_{B4} .

K_9 - засылка ветви ABCD в ключ горизонтали.

P_{I0} - проверка условия: $n_k < 1$.

K_{I1} - засылка I $\rightarrow P_{e1}$.

K_{I2} - засылка ветви ВСД в ключ вертикали.

K_{I3} - засылка 0 $\rightarrow P_{e1}$.

P_{I4} - проверка: $n_k > n - 3$?

K_{I5} - засылка I в P_{e4} .

K_{I6} - засылка ветви ABC в ключ вертикали.

K_{I7} - засылка 0 в P_{e4} .

K_{I8} - засылка ABCD в ключ вертикали.

Структура операторной схемы имеет вид:

$H_0, K_1, P_{215}, K_3, K_4^{10}, P_{518}, K_6, K_7^{10}, K_8, K_9^{4,7,9}, P_{10113}, K_{11}, K_{12}^{9,10}, K_{13}, P_{14117}, K_{15}, K_{16}, K_{17}^{17}, K_{18}^{R_4}$.

Операторная схема работает следующим образом. Оператор K_1 засылает 0 в P_{B1} - переключатель первой вертикали. Переключатель P_{B1} задает режим в зависимости от того, где находится рассматриваемая ячейка - на краю области или в середине.

Оператор P_2 проверяет, не лежит ли рассматриваемая ячейка с левого края, для чего проверяет условие: $z_k < 1$? Если да, значит, ячейка находится в левом крайнем столбце, вертикали I для неё не будет, оператор K_3 засылает в P_{B1} единицу, чтобы обойти в расчетах вертикаль I. Оператор K_4 засылает в ключ горизонтали ветвь ВСД, чтобы при расчете горизонтали было только 3 точки.

Если нет, то оператор P_5 проверяет условие $z_k > z - 3$. Выполнение этого условия означает, что ячейка лежит в правом крайнем столбце. В этом случае оператор K_6 засылает I в P_{B4} (переключатель

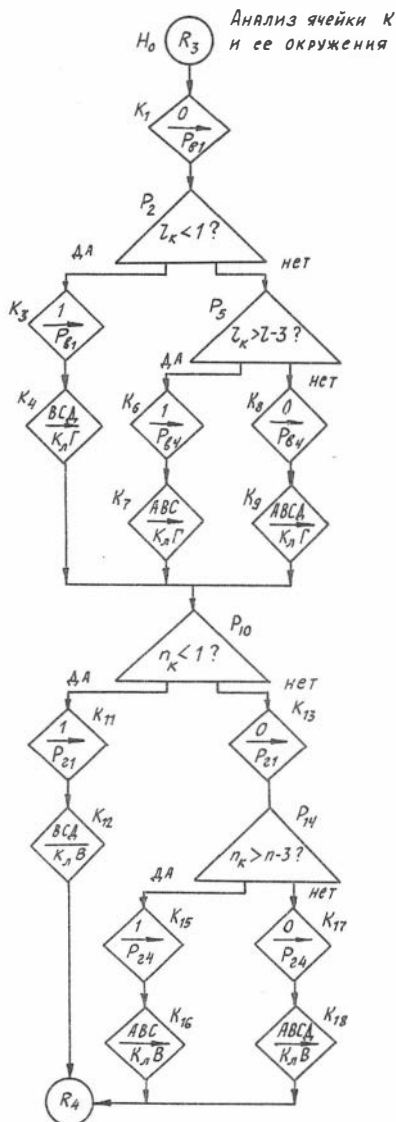
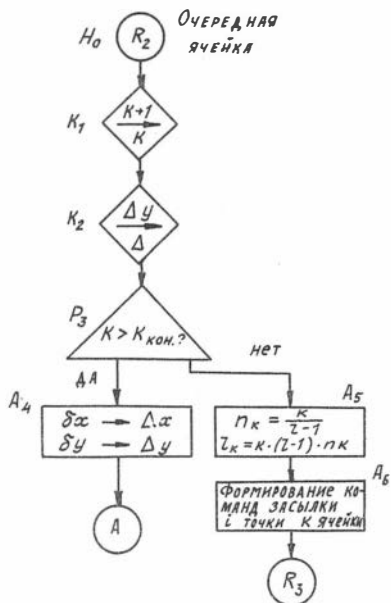


рис.23 Блок-схема подблоков R_2 и R_3

чателъ вертикали IY), а оператор K_7 засылает в ключ горизонтали ветвь ABC, т.к., если ячейка лежит на правой границе области, то у неё не будет вертикали IY, а при расчете горизонталей не будет точки D. Если же ячейка не находится на правой границе, то после оператора P_5 работает оператор K_8 , засылающий 0 в P_{B4} , а оператор K_9 засылает в ключ горизонтали ветвь ABCD, т.е. расчет коэффициентов горизонтали будет вестись по 4-м точкам.

Далее, после операторов K_4 , K_7 , K_9 , идет проверка нижней и верхней границ области. Оператор P_{I0} проверяет условие $n_k < I$. Если да, значит рассматриваемая ячейка находится на нижней границе. У неё отсутствует горизонталь I и точки A во всех вертикалях. Для того, чтобы это было учтено в расчетах, оператор K_{I1} засылает I в P_{2I} (переключатель горизонтали), а оператор K_{I2} засылает в ключ вертикали ветвь ВСД.

Если условие $n_k < I$ не выполняется, то оператор K_{I3} засылает 0 в P_{2I} .

Оператор P_{I4} проверяет, не прилегает ли рассматриваемая ячейка к верхней границе, для чего проверяется условие $n_k > n - 3$. Если да, то для обхода в расчетах горизонтали 4 оператор K_{I5} засылает I в P_{24} , а оператор K_{I6} - ветвь ABC в ключ вертикалей. Если условие $n_k > n - 3$ не выполняется, то коэффициенты полинома будут рассчитываться по 4-м точкам. Оператор K_{I7} засылает 0 в P_{24} , а переключатель вертикалей оператор K_{I8} ставит на ветвь ABCD.

С операторов K_{I2} , K_{I6} и K_{I8} происходит переход в подблок R_4 .

Подблок R_4 - выборка вертикалей. Блок-схема подблока приведена на рис. 24. В состав его входят следующие операторы:

- A_2 - формирование выборки точек I вертикали.
- K_3 - засылка PAI в блок выборки значений z .
- K_4 - засылка I в PA коэффициентов.
- A_5 - "очередная /I/ вертикаль".
- P_6 - переключатель P_{BI} .
- A_7 - расчет и засылка коэффициентов I вертикали.
- A_8 - подблок "очередная /II/ вертикаль".
- K_9 - засылка 2 в PA коэффициентов.
- A_{I0} - расчет и засылка коэффициентов II вертикали.
- A_{I1} - подблок "очередная /III/ вертикаль".

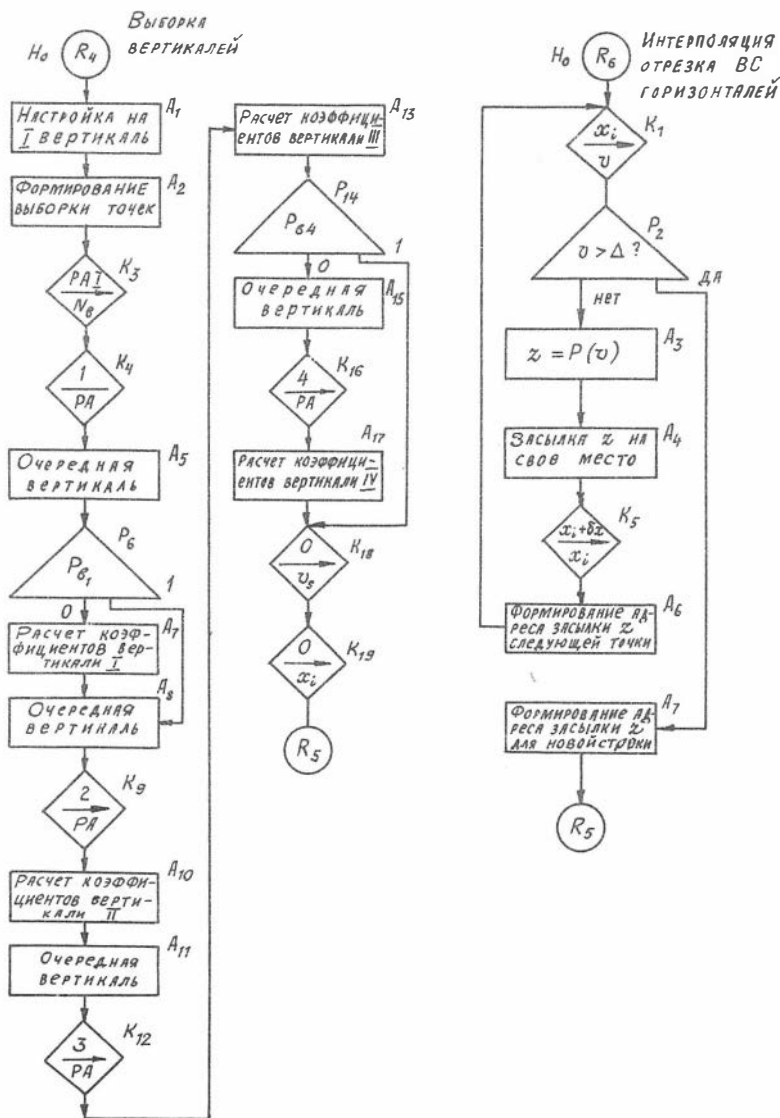


рис.24 Блок-схемы подблоков R_4 и R_6

- K_{I2} - засылка 3 в РА коэффициентов.
- A_{I3} - расчет и засылка коэффициентов III вертикали.
- P_{I4} - переключатель P_{B4} .
- A_{I5} - подблок "очередная вертикаль".
- K_{I6} - засылка 4 в РА коэффициентов.
- A_{I7} - расчет и засылка коэффициентов IV вертикали.
- K_{I8} - засылка 0 в счетчик вертикалей v_s .
- K_{I9} - засылка 0 в счетчик горизонталей x_i .

Структура операторной схемы имеет вид:

$$H_0, A_1, A_2, K_3, K_4, A_5, P_6^{18}, A_7, A_8^{6,7}, K_9, A_{10}, A_{11}, K_{12}, A_{13}, P_{14}^{118}, A_{15}, K_{16}, A_{17}, K_{18}^{14}, K_{19}^{R_5}.$$

Операторная схема работает следующим образом. Оператор A_I обращается за I-ой вертикалью, т.е. настраивает программу на расчет I-ой вертикали. Оператор A_2 осуществляет формирование выборки значений z точек I вертикали. Оператор K_3 засылает PAI в блок выборки значений z из исходной матрицы. Оператор K_4 засылает I в РА - в блок засылки коэффициентов, т.е. настраивает этот блок на расчет I вертикали. Оператор A_5 - это рабочий подблок "очередная вертикаль". В нем происходит выборка точек вертикали и засылка их в соответствующие рабочие ячейки. Оператор P_6 - это переключатель P_{BI} , в который из подблока R_3 было заслано I или 0 . Если был заслан 0 , оператор A_7 производит расчет коэффициентов вертикали и засылку их на рабочие места. Если была заслана I , значит, I-ой вертикали нет, оператор A_8 выбирает вертикаль II, что произойдет также и после оператора A_7 . За оператором A_8 следует оператор K_9 , засылающий в РА коэффициенты 2. Расчет коэффициентов и засылку их на рабочие места производит оператор A_{I0} .

Далее снова работает подблок "очередная вертикаль", выбирающий значения z для точек III вертикали и засылающий их в соответствующие рабочие ячейки - это оператор A_{II} . Оператор K_{I2} засылает 3 в РА коэффициентов, тем самым настраивает следующий оператор на расчет коэффициентов 3-ей вертикали. Этот расчет, а также засылку полученных коэффициентов на рабочие места, осуществляет оператор A_{I3} .

Оператор P_{I4} содержит переключатель P_{B4} , в который из подблока R_3 была заслана I или 0 . I в P_{B4} означает, что IV вертикали нет и после P_{I4} работает сразу K_{I8} . Если же в P_{B4} заслан

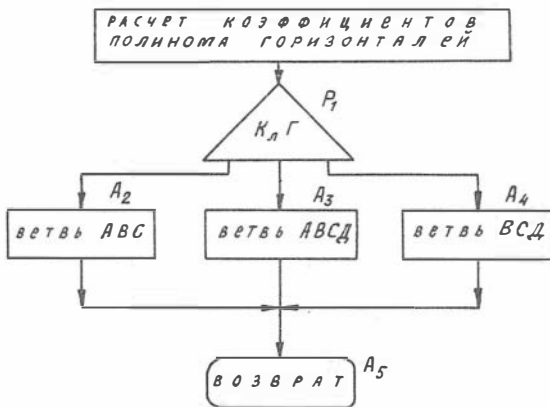
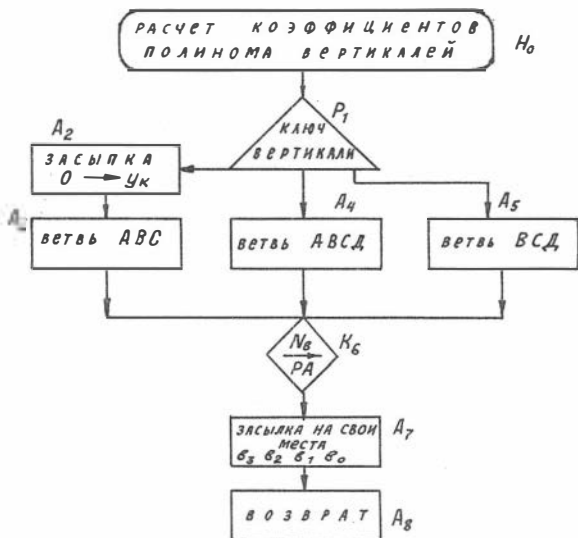


Рис.25 Блок-схема рабочих подблоков

0, то работает подблок "очередная вертикаль"- оператор A_{15} , затем оператор K_{16} , засылающий 4 в РА коэффициентов, далее оператор A_{17} , производящий расчет и засылку коэффициентов IY вертикали, а после него - оператор K_{18} . Этот оператор засылает 0 в счетчик шагов по вертикали v_s , оператор K_{19} засылает 0 в счетчик шагов по горизонтали x_i и на этом работа подблока R_4 заканчивается, управление передается подблоку R_5 .

В подблоке R_4 некоторые операторы встречаются не один раз. Это операторы A_5, A_8, A_{11}, A_{15} , подготавливающие точки очередной вертикали, и операторы $A_7, A_{10}, A_{13}, A_{17}$, производящие расчет и засылку коэффициентов вертикалей. Эти операторы оформлены как рабочие подблоки.

Подблок "очередная вертикаль".

В состав подблока входят операторы.

A_1 - вычисление РА.

A_2 - выборка и засылка точек А,В,С,Д очередной вертикали.

K_3 - пересчет N вертикали, засылка его в РА.

A_4 - возврат в подблок.

Операторная схема работает следующим образом. Оператор A_1 рассчитывает по номеру вертикали РА. Оператор A_2 выбирает и засылает на стандартные места точки А,В,С,Д. Оператор K_3 пересчитывает номер вертикали и засылает его в РА. Через оператор A_4 происходит возврат в подблок.

Подблок "расчет коэффициентов полинома вертикалей".

Блок-схема приведена на рис. 25. В подблоке работают операторы:

P_1 - ключ вертикали (кл. В).

A_2 - засылка 0 $\rightarrow y_k$.

A_3 - расчет по формуле для ветви АВС.

A_{14} - расчет по формуле для ветви АВСД.

A_5 - расчет по формуле для ветви ВСД.

K_6 - засылка N вертикали в РА.

A_7 - засылка $\beta_3, \beta_2, \beta_1, \beta_0$ данной вертикали на свои места.

A_8 - возврат в подблок.

Структура операторной схемы имеет вид:

$$P_1^{2,4,5} A_2 A_3^6 A_4^6 A_5^{3,4,5} K_6 A_7 A_8 .$$

Операторная схема работает следующим образом. В ключ вертикали (оператор P_I) засланы из подблока R_3 те ветви, которые должны быть рассчитаны. В зависимости от этого из P_I происходит выход на операторы A_2, A_4, A_5 . Оператором A_2 засылается 0 в y_k . Оператор A_4 рассчитывает коэффициенты вертикали ABCD, оператор A_5 — отрезка ВСД, а после оператора A_2 работает оператор A_3 , который рассчитывает ветвь ABC. После любого из операторов A_3, A_4, A_5 работает оператор K_6 , устанавливающий PA в соответствии с номером вертикали. Оператор A_7 , следующий за K_6 , засылает коэффициенты $\beta_3, \beta_2, \beta_1, \beta_0$ на свои места, а через оператор A_8 происходит возврат в подблок, который затребовал данный рабочий подблок.

Совершенно аналогичен этому рабочему подблоку подблок расчета коэффициентов горизонталей, блок-схема которого приводится на рис. 25.

Подблок R_5 — расчет точек А, В, С, Д горизонталей. Блок-схема приведена на рис. 27. В состав подблока входят следующие операторы:

- K_I — засылка $v_s \rightarrow v$.
- P_2 — конец ли отрезка вертикали?
- P_3 — переключатель P_{eI} .
- A_4 — засылка коэффициентов I вертикали.
- A_5 — расчет $P(v)$.
- A_6 — засылка $P(v) \rightarrow A$.
- A_7 — засылка коэффициентов II вертикали.
- A_8 — расчет $P(v)$.
- A_9 — засылка $P(v) \rightarrow B$.
- A_{10} — засылка коэффициентов III вертикали.
- A_{11} — расчет $P(v)$.
- A_{12} — засылка $P(v) \rightarrow C$.
- P_{13} — переключатель P_{e4} .
- A_{14} — засылка коэффициентов IV вертикали.
- A_{15} — расчет $P(v)$.
- A_{16} — засылка $P(v) \rightarrow D$.
- K_{17} — засылка $v_s + \delta y \rightarrow v_s$.
- K_{18} — засылка Δx в Δ .
- A_{19} — расчет коэффициентов горизонталей.
- K_{20} — засылка 0 в x_i .

Структура операторной схемы имеет вид:

$$H_0 K_1 P_2^{R_2} P_3 A_4 A_5 A_6^{3,6} A_7 A_8 A_9 A_{10} A_{11} A_{12} P_{13} A_{14} A_{15} A_{16}^{13,16} K_{17} K_{18} \\ A_{19} K_{20}^{R_6} .$$

Операторная схема работает следующим образом. Оператор K_I засылает v_s в рабочую ячейку v . Под v_s понимается расстояние по оси y от нижней грани ячейки до очередной горизонтали (рис. 26). Оператор P_2 проверяет, не кончился ли отрезок вертикали.

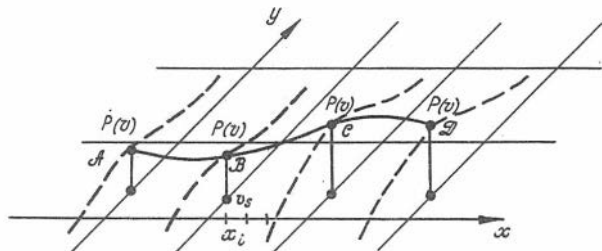


рис.26

Если кончился, то управление передается в подблок R_2 для работы со следующей ячейкой. Если нет, то работает оператор P_3 - переключатель P_{2I} , в который ранее из подблока R_3 была заслана I или O. В случае O работает оператор A_4 , который выбирает коэффициенты I вертикали с их рабочих мест и засылает на стандартные рабочие места. По этим коэффициентам оператор A_5 рассчитывает величину $P(v)$, а оператор A_6 засылает $P(v)$ в стандартную ячейку точки A.

Если в P_{2I} была I, а также после оператора A_6 работает оператор A_7 , который выбирает и засылает в стандартные рабочие ячейки коэффициенты II вертикали. Оператор A_8 рассчитывает значение функции $P(v)$, которое оператор A_9 засылает в рабочую ячейку точки B. Далее аналогично получается точка C: оператор A_{10} выбирает и засылает в стандартные рабочие ячейки коэффициенты III вертикали, по ним оператор A_{11} вычисляет значение $P(v)$, которое оператор A_{12} засылает в рабочую ячейку точки C. Оператор P_{13} -

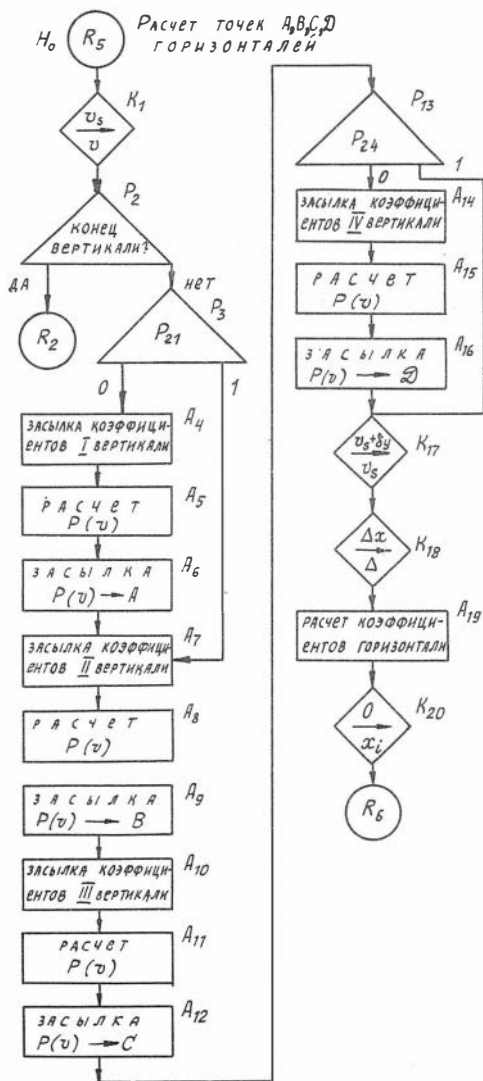


рис.27 Блок схема подблока R₅

это переключатель P_{24} , в который из блока R_3 заслан 0 или 1. В случае 0 работают операторы A_{14} , A_{15} , A_{16} , которые соответственно производят засылку коэффициентов IY вертикали, расчет $P(v)$ и засылку $P(v)$ в ячейку точки Д, после чего работает оператор K_{17} , засылающий величину $v_s + \delta y$ в v_s для расчета следующей горизонтали. Этот оператор работает также после P_{13} , если в P_{24} была заслана 1.

Оператор K_{18} засылает в Δ величину Δx для последующего расчета коэффициента горизонтали, который производит оператор A_{19} . Оператор K_{20} настраивает программу на работу подблока R_6 , для чего засылает 0 в x_i , после чего управление передается подблоку R_6 .

Подблок R_6 - интерполяция отрезка вдоль горизонтали.

Блок-схема приведена на рис. 24. В состав подблока входят следующие операторы:

K_1 - засылка $x_i \rightarrow v$.

P_2 - проверка: $v > 0$?

A_3 - расчет $z = P(v)$.

A_4 - засылка z на рабочее место.

K_5 - засылка $x_i + \delta x \rightarrow x$.

A_6 - формирование адреса засылки следующей точки z .

A_7 - формирование адреса засылки z для новой строки.

Структура операторной схемы имеет вид:

$$H_0 \quad {}^6K_1 \quad P_2^{17} \quad A_3 \quad A_4 \quad K_5 \quad A_6' \quad {}^3A_7 \quad R_6^5.$$

Операторная схема работает следующим образом. Оператор K_1 засылает x_i в рабочую ячейку аргумента v . Оператор P_2 проверяет условие $v > \Delta$, т.е. не кончился ли интерполируемый участок горизонтали. Если нет, то оператор A_3 вычисляет значение $z = P(v)$ в точке x_i и это значение z засылается оператором A_4 на свое рабочее место. Оператор K_5 пересчитывает x_i , засылает в ячейку x_i величину $x_i + \delta x$, т.е. готовит следующую точку для расчета в ней z . Оператор A_6 формирует адрес для засылки z следующей точки, после чего работает снова оператор K_1 , который засылает в v новое значение аргумента x_i .

Когда строка кончилась, т.е. выполняется условие $v > \Delta$, анализируемое оператором P_2 , то после P_2 работает оператор A_7 , который формирует адрес для засылки z новой строки. Отсюда управление возвращается в подблок R_6 .

Описание блока УГ.

Так как в комплекте машин до сего времени графопостроитель не предусматривался, на рис. 29 приведена логическая схема подключения графопостроителя к ЭВМ.

Графопостроитель управляется машиной в реальном масштабе времени. Для передачи на графопостроитель сигналов отработки шага или подъема или спуска пера использована команда "67" (сдвиг циклический) с небольшой модификацией. Модификация заключается в том, что в А2 команды 67 должна быть "I" II-го разряда, т.е. команда имеет вид:

67 C 2000 0000

где C - адрес управляющего слова.

Для управления перемещениями пера ($+x$, $-x$, $+y$, $-y$), а также для управления подъемом или спуском в управляющем слове должны быть единички в соответствующих разрядах (задействованы только шесть разрядов с 25 + 30, назначение каждого видно из рис. 29).

Модифицированная команда 67 используется в данном случае только для передачи управляющего слова через Р1 на регистр ГП, а с него на ГП. Обычный сдвиг кода, который производится этой командой, происходит как обычно, но никакого отношения к графопостроителю не имеет.

Формированием разрядов в управляющем слове и передачей их на ГП занимается блок УГ - управление графопостроителем.

Описание работы операторной схемы блока УГ

Блок-схема блока УГ приведена на рис. 28. В состав блока входят следующие операторы:

Н₀ - вход в программу.

А₁ - формирование цикла по l .

К₂ - занесение $l \rightarrow PA$.

А₃ - выбор очередных x, y .

К₄ - пересчет счетчика $l: (l+1)$.

Р₅ - проверка: конец цикла?

А₆ - возврат в основную программу.

Р₇ - проверка: запомнен спуск?

А₈ - команда на спуск пера.

- A_9 - задержка времени.
- P_{10} - проверка: разрыв линии?
- A_{11} - команда на подъем пера.
- A_{12} - задержка времени.
- A_{13} - запоминание спуска.
- A_{14} - расчет $\Delta x, \Delta y$.
- K_{15} - установка счетчика шагов $C\&\Delta$.
- P_{16} - проверка: конец отрезка?
- A_{17} - линейная интерполяция отрезка.
- A_{18} - формирование управляющего слова.
- A_{19} - исполнение шага ГП.
- A_{20} - задержка времени на отработку шага.
- K_{21} - пересчет $C\&\Delta : (C\&\Delta - 1)$.

Структура операторной схемы имеет вид:

$$H_0 A_1 K_2^{2,15,8} A_3 K_4 P_{5+7} A_6 P_{7+10} A_8 A_9 \overset{7,9}{P_{10+14}} A_{11} A_{12} A_{13}^3 \overset{10}{A_{14}} K_{15} \overset{12,21}{P_{16}} \overset{13}{A_{17}} A_{18} A_{19} \\ A_{20} K_{21}^{16} .$$

Операторная схема работает следующим образом. Оператор A_1 формирует цикл по l , где l - длина массива значений x . Блок УТ выполнен по форме стандартной программы и в обращении к нему указывается адрес начала массива l , длина массива - l . Кроме того, при обращении в начало блока, в определенную ячейку засылается команда возврата в основную программу.

Оператор K_2 заносит значение l в регистр адреса (первоначальная установка счетчика циклов), после чего оператор A_3 производит выбор очередных значений координат (x, y) вычерчиваемой линии. Оператор K_4 прибавляет единичку к счетчику l .

Оператор P_5 производит проверку на конец цикла. В случае конца цикла управление передается оператору A_6 , который производит возврат в основную программу, в противном случае после P_5 работает оператор P_7 , который проверяет, не был ли запомнен спуск пера. При выполнении этого условия работает оператор A_8 , который производит выдачу на ГП управляющего слова "спуск пера", а следующий за ним оператор A_9 производит задержку времени, необходимую для отработки механизма спуска пера.

После оператора A_9 , а также после P_7 в случае невыполнения условия, работает оператор P_{10} . Он проверяет, не является ли очередное число x признаком разрыва линии. В данной програм-

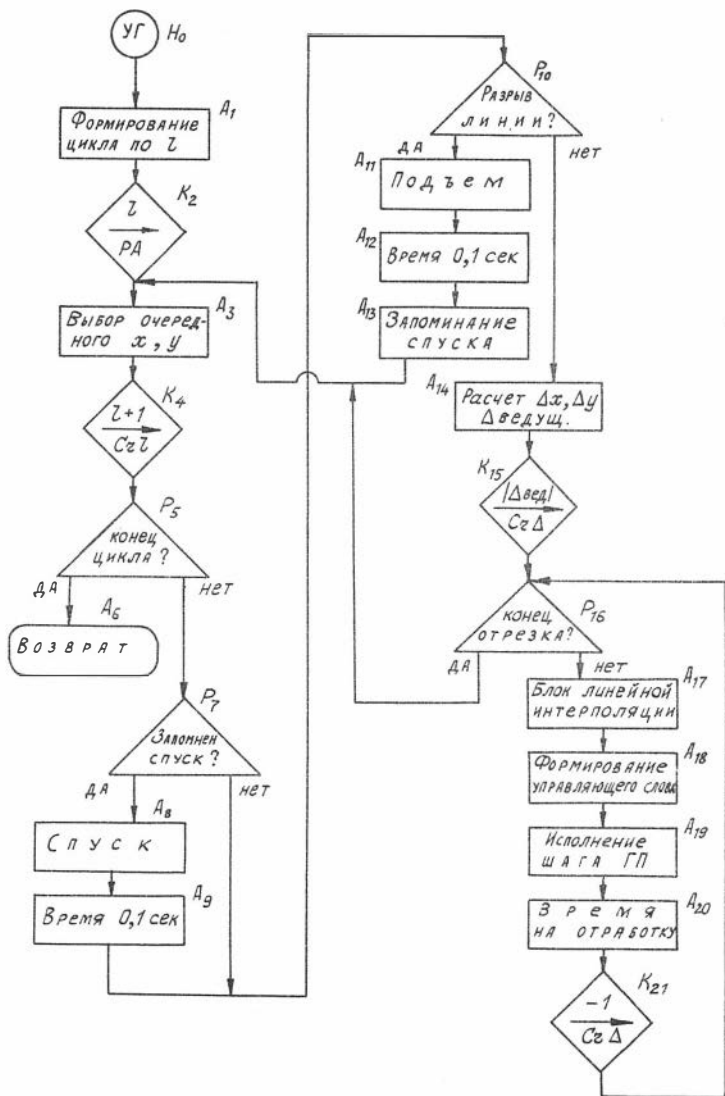


рис. 28 Блок-схема блока УГ (управление графопостроителем)

ме таким признаком является константа, состоящая из единиц во всех разрядах. В случае выполнения условия работает A_{I1} , который производит выдачу на ГП управляющего слова "подъем пера". Оператор A_{I2} производит необходимую временную задержку.

Оператор A_{I3} производит запоминание спуска пера, который необходимо будет произвести после прихода пера в следующую координату (x, y), то-есть после того, как будет выполнен разрыв линии (за спуском пера следит оператор P_7). После A_{I3} происходит передача управления на A_3 - выборка следующей пары x, y .

Если условие, проверяемое P_{I0} , не выполняется, то после него работает оператор A_{I4} . Оператор A_{I4} производит расчет Δx , Δy - величины приращения координат по отношению к предыдущей точке. Определяется "ведущая" координата и формируется управляющее слово для ГП. Далее оператор K_{I5} производит начальную установку счетчика шагов ($C_{\Sigma \Delta}$), равную абсолютной величине приращения по ведущей координате ($\Delta_{\text{ведущ.}}$) в целых шагах ГП.

Оператор P_{I6} проверяет конец цикла вычерчивания отрезка. В случае конца цикла управление передается на A_3 за следующей парой координат x, y , а в случае "нет" работает оператор A_{I7} , который производит линейную интерполяцию вычерчиваемого шага ГП. Очередной шаг ГП производится либо только по ведущей координате, либо комбинированной с одновременным шагом по ведомой координате. Выбор шага производится из расчета максимального приближения к прямой, соединяющей две точки на плоскости (координаты x_{k-1}, y_{k-1} предыдущей точки и координаты x_k, y_k очередной точки), рис. 30.

Оператор A_{I8} окончательно формирует управляющее слово. Выдачу управляющего слова на ГП, отработку шага производит оператор A_{20} обеспечивает задержку времени на отработку шага ГП. Время задержки выбрано из расчета допустимой частоты работы шаговых двигателей ГП, при этом учитывается время работы операторов $P_{I6}, A_{I7}, A_{I8}, A_{I9}, A_{20}, K_{2I}$. Оператор K_{2I} вычитает I из счетчика Δ , после чего управление передается на P_{I6} .

Конец работы блока, как уже указывалось, происходит по окончании вычерчивания всего заданного массива точек (оператор P_5).

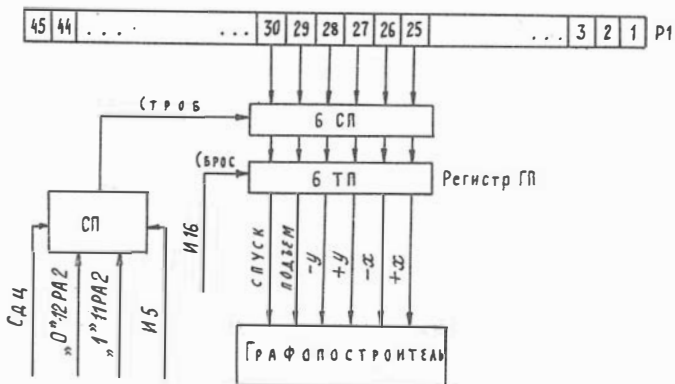


рис.29 Схема подключения графопостроителя к ЭВМ

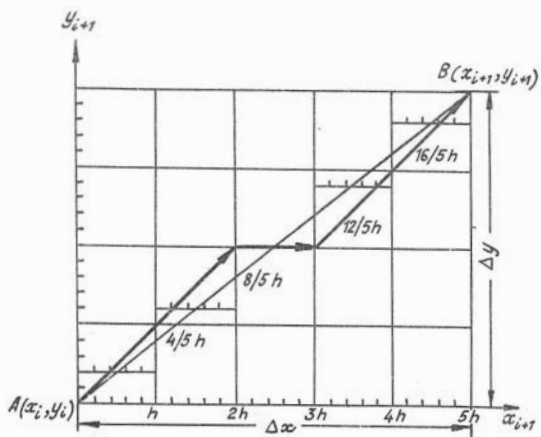


рис.30 Траектория шаговых перемещений при вычерчивании отрезков прямой

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- Δz - расстояние между соседними уровнями.
 $N_{сз}$ - номер свободной зоны.
 $РАРП$ - регистр адреса рабочего поля.
 α - счетчик уровней.
 β - счетчик точек в линии.
 j - счетчик точек в уровне.
 $M\alpha$ - рассматриваемое сечение.
 $K\alpha$ - счетчик ячеек сетки при поиске начала линии.
 T_0 - точка начала линии.
 $РАТ$ - регистр адреса точки.
 $РАГ$ - регистр адреса готовых точек.
 x_T, y_T - координаты точки.
 $x_{зерк}, y_{зерк}$ - координаты зеркальной точки.
 $+dx, -dx$ - шаг интерполяции.
 x_L, y_L - текущие координаты точки при интерполяции.
 z - интервал интерполяции.
 $T_{x,y}$ - точка пересечения стороны ячейки сетки с уровнем.
 $РПМ$ - рабочее поле малое.
 $РЛБ$ - рабочее поле большое.
 zv - число разбиений горизонтальной стороны ячейки.
 S - число разбиений вертикальной стороны ячейки.
 $K_{кон}$ - конечное число ячеек.
 N_{θ} - номер вертикали.

ИНСТРУКЦИЯ К ПРОГРАММЕ "ИЗОЛИНИЯ-3"

1. Исходные данные. Программа из заданной матрицы значений какого-либо поля вытягивает изолинии заданных уровней и обеспечивает с помощью блока УТ автоматическое вычерчивание их на шаговом графопостроителе. В отличие от программы "Изолиния-2" эта программа осуществляет вычерчивание плавных изолиний. Сглаживание изолиний может выполняться двумя способами: сглаживание по линии с помощью полиномов 3-ей степени и интерполяция по полю с помощью двумерных полиномов 3-ей степени (размельчение матрицы).

Матрица задается в виде последовательности значений $z_1, z_2, z_3 \dots$ (кодировка двоично-десятичная). Строки слева направо, снизу - вверх. Матрица не должна быть больше 1850_{10} чисел. В случае размельчения матрицы задается число разбиений каждой ячейки и подсчитывается число узлов, которое получится в результате размельчения. Это число также не должно превышать 1850_{10} .

К матрице придается ПК информации: ПК инф. 1 или ПК инф. 2. ПК инф. 1 задается в случае сглаживания по линии, в ней пробируется 7 десятичных чисел: шаг интерполяции - δx ; Δx , Δy - шаги сетки исходной матрицы по осям x и y ; Δz - шаг уровня (сечение) изолинии; l, n - число столбцов и строк исходной матрицы, $m=1$ - число матриц. В случае сглаживания по полю задается ПК инф. 2, в которой к этим числам добавляются ещё 2 числа, обозначающие ω - число разбиений горизонтальной стороны ячейки и S - число разбиений вертикальной стороны ячейки. Эти числа могут быть пробиты на отдельной ПК и поставлены перед ПК инф. 1.

2. Подготовка к счету. Предусмотрено 3 режима ввода исходных данных и программы, в соответствии с которыми берется та или иная последовательность ПК ввода /1,2,3/.

1. Ввод программы и передача управления сразу на блок А. Это режим интерполяции по линии и автоматического выбора Δz

ПК 1,2,3 ...

2. Сглаживание по полю (размельчение).

ПК 2,1,3 ...

3. Сглаживание по линии без автоматического выбора

ПК 3,1,2 ...

Во всех режимах программа вводится с ЧУ.

3. Компановка массива, постановка на ЧУ.

1. Программа ПК 1,2,3 ..., I4I, КΣ, ПК инф. 1, КΣ, матрица КΣ.

2. Программа ПК 2,1,3,4 ..., I4I, КΣ, ПК инф. 2, КΣ, матрица, КΣ.

3. Программа ПК 3,1,2,4, ..., I4I, КΣ, ПК инф. 1, КΣ, матрица, КΣ.

4. Работа на пульте ЭЦВМ.

После компановки массива и ввода программа работает автоматически до конца. За правильностью работы можно следить по выдачам и по графику.

5. Выдача на печать.

Первая выдача – это ПК инф. к матрице и несколько относящихся к ней величин:

$$\Delta x, \Delta y, \Delta z, l, n, m, z_{min}, z_{max}, \alpha_k, N_\alpha, \mathcal{D}_z = z_{max} - z_{min};$$

$$N_{min}; N_{max}; \Delta z_{заданное}; \mathcal{D}_x, \text{ кратное } \Delta x; l \cdot n.$$

Если работает вариант с автоматическим выбором Δz , то программа будет выбирать (из условия $15 \leq \alpha \leq 35$) и соответственно несколько раз печатать вышеуказанные величины. Следующая выдача – десятичная печать – матрица по строкам, подготовленная к работе, – без особых точек и с помеченными z граничными (в 45-м разряде единица).

В случае режима 2 (размельчение) на печать выдается матрица, уже подготовленная к работе, то-есть размельченная.

Затем печатаются 2 десятичных числа в 24 и 25 ячейках. Это N_α – очередной рассматриваемый уровень и \mathcal{D}_x . Когда расчет уровня кончится, то на печать выдаются для контроля значения x и y точек начала изолиний. При этом сначала печатается разделитель из знаков -, затем значение N_α , затем значения x, y и разделитель из значков +. В начале другого уровня печатаются N_α и \mathcal{D}_x .

Программа имеет выход на ГП. Выход на него обеспечивается блоком УГ с помощью команды 67 С 2000 0000, где С - константа, задающая направление шага ГП.

6. Характеристики.

Программа может работать с массивом (матрицей) не более 1850 точек в любом режиме.

Матрица $l \times n$ (l столбцов, n строк). Кроме ограничения количественного ($l \times n \leq 1850$), следует учитывать возможности ГП. По осям x и y максимальный размер рисунка не может превышать рабочее поле РП. Расстояние между соседними точками Δx , Δy по осям x , y соответственно задаются в мм.

Программа занимает с I пс 3230 ячейки МОЗУ. Для матрицы отведены ячейки с 3500 по 7177, ячейки 7200-7767 занимает ИС и рабочее поле ИС.

7. МБ, МЛ, СП, ИС. Программа использует МБ-1; МБ-2; ИС; СП-42; СП-10; СП-27.

МБ-1 используется для накопления координат точек изолинии МБ-2 - для сохранения программы, подготовленной матрицы и накопления чисел "веса" изолинии.

8. Остановы. Конец работы - останов в ячейке 0627. Кроме того, в программе предусмотрено несколько контрольных остановов, которых не должно быть при нормальной работе.

Останов в ячейках 3167 и 3176 - неправильно задана информация.

Останов в ячейке 3211 (режим 2) - матрица не помещается в памяти машины.

Останов в ячейке 0133 - неправильный номер ячейки сетки (за пределами матрицы).

Останов в ячейке 0207 - точка в новой ячейке не принадлежит ни одной из сторон её (сбой).

Останов в ячейке 0722 - точек в линии больше, чем может поместиться в отведенном рабочем поле ($> 5000g$).

Останов в ячейке 1064 - линии одного веса не помещаются в отведенном рабочем месте.

Останов в ячейке 0733 - линия частично уже на МБ (после этого останова машину снова можно пускать).

Останов в ячейке I174 - при вытяжке изолиния попадает в ячейку сетки, где её не должно быть (сбой).

Останов в ячейке I244 - не находится ячейки сетки, куда должна идти линия.

Останов в ячейке I300 - одна и та же точка в линии встречается дважды (заикливание).

9. Время работы программы зависит от общей длины изолиний. Скорость вычерчивания - 8-9 см/сек. Время счета занимает 10% всего времени работы (счета и вычерчивания).

ПРОГРАММА „ИЗОЛИНИЯ–3“

I. 1. 016 2131 0002 2110
 2. 000 0000 0000 0000
 3. 000 0000 0000 0000
 4. 000 0000 0000 0000
 5. 056 0000 2270 0000
 6. 000 0000 0000 0000
 7. 000 0000 0000 0000
 0010. 000 0000 0000 0000
 1. 000 0000 0000 0000
 2. 000 0000 0000 0000
 3. 000 0000 0000 0000
 4. 000 0000 0000 0000

ПК ввода № 1

на начало блока A

2. 5. 016 2131 0002 2110
 6. 000 0000 0000 0000
 7. 000 0000 0000 0000
 0020. 056 0000 3150 0000
 1. 056 0000 2270 0000
 2. 000 0000 0000 0000
 3. 000 0000 0000 0000
 4. 000 0000 0000 0000
 5. 000 0000 0000 0000
 6. 000 0000 0000 0000
 7. 000 0000 0000 0000
 0030. 000 0000 0000 0000

ПК ввода № 2

на начало блока R
 на начало блока A

3. 1. 007 0000 0000 0000
 2. 016 2131 0003 2110
 3. 000 0000 0000 0000
 4. 016 1001 0005 2353
 5. 000 0000 0000 0000
 6. 000 0000 0000 0000
 7. 056 0000 2270 0000
 0040. 000 0000 0000 0000
 1. 000 0000 0000 0000
 2. 000 0000 0000 0000
 3. 000 0000 0000 0000
 4. 000 0000 0000 0000

ПК ввода № 3

обход печати матрицы

на начало блока A

4. 5. 000 0000 0000 0000
 6. 000 0000 0000 0000
 7. 000 0000 0000 0000
 0050. 000 0000 0000 0000
 1. 000 0000 0000 0000
 2. 000 0000 0000 0000
 3. 000 0000 0000 0000
 4. 000 0000 0000 0000
 5. 000 0000 0000 0000
 6. 000 0000 0000 0000
 7. 000 0000 0000 0000
 0060. 000 0000 0000 0000

$(l-1)$ в A1

$(n-1)$ в A1

$(2n-1)$ в A1

$(l-1)(n-1)$

l в A1 и A3

$(n-1)l$ в A1 и A3

$(l-1)$ в A1 и A3

$\sqrt{2/2}$

x_{i+1}^2 , a_3

a_2

a_1

α - счетчик уровней

5. 1. 000 0000 0000 0000
 2. 000 0000 0000 0000
 3. 000 0000 0000 0000
 4. 000 0000 0000 0000
 5. 000 0000 0000 0000
 6. 000 0000 0000 0000
 7. 000 0000 0000 0000
 0070. 000 0000 0000 0000
 1. 000 0000 0000 0000
 2. 000 0000 0000 0000
 3. 000 0000 0000 0000
 4. 000 0000 0000 0000

m -счетчик матриц
 $Z_{ср}$ z -счетчик шагов
 интерполяции

6. 5. 000 0000 0000 0000
 6. 000 0000 0000 0000
 7. 000 0000 0000 0000
 0100. 000 0000 0000 0000
 1. 000 0000 0000 0000
 2. 000 0000 0000 0000
 3. 000 0000 0000 0000
 4. 000 0000 0000 0000
 5. 000 0000 0000 0000
 6. 000 0000 0000 0000
 7. 000 0000 0000 0000
 0110. 000 0000 0000 0000

x_A x_B }
 x_A x_B }
 x_A x_C }
 x_B x_D }
 y_A y_B }
 y_B y_C }
 x_1 x_C }
 x_2 x_D }
 x_3 x_{i-1} }
 x_4 $x_i = 0$ }
 x_1 x_{i+1} }
 x_2 x_{i+2} }
 преобразование
 координаты
 с началом
 осей в
 точке В

7. 1. 000 0000 0000 0000
 2. 000 0000 0000 0000
 3. 000 0000 0000 0000
 4. 000 0000 0000 0000
 5. 000 0000 0000 0000
 6. 000 0000 0000 0000
 7. 000 0000 0000 0000
 0120. 000 0000 0000 0000
 1. 000 0000 0000 0000
 2. 000 0000 0000 0000
 3. 000 0000 0000 0000
 4. 000 0000 0000 0000

x_3 y_{i-1} }
 x_4 $y_i = 0$ }
 y_1 y_{i+1} }
 y_2 y_{i+2} }
 y_3 Δx_{bc} }
 y_4 Δy_{bc} }
 x_T }
 y_T }
 $T(x, y)$ }
 T_0 }
 T_1 }
 T_2 }
 x' }
 y' }
 $x_{зерк.}$ }
 координаты
 точки Т

8. 5. 000 0000 0000 0000
 6. 000 0000 0000 0000
 7. 000 0000 0000 0000
 0130. 000 3500 0000 0103
 1. 001 0072 0000 0000
 2. 076 0000 0134 0000
 3. 077 0072 0000 0000
 4. 002 0035 0072 0000
 5. 036 0000 0133 0000
 6. 004 0072 0033 0001
 7. 021 0001 7753 0037
 0140. 005 0037 0033 0001

T_3 }
 T_4 }
 $x_{зерк.}$ }
 координаты
 точки "зеркальной"
 точки ($T_{зерк.}$)

Вычисление параметров
 ячейки
 нача о блока n_E
 останов; $K < 0$; /сбой/ } Проверка
 $\omega = 1$, если $K > n$ конечного } K
 определено n_K /номер строки/

9. I. 002 0072 0001 0040
 2. 005 0037 0016 0001
 3. 001 0001 0040 0041
 4. 061 0041 7750 0042
 5. 055 0042 7734 0042
 6. 013 0130 0042 0153
 7. 013 0153 7725 0154
 0150 I. 013 0154 0044 0155
 1. 013 0155 7721 0155
 2. 007 0155 7734 0156
 3. 000 0000 0000 0000
 4. 000 0000 0000 0000

z_k /номер столбца левого нижнего
 угла ячейки/
 $n_k = n_k \cdot l + z_k$ - номер z

z_1
 z_2
 z_3
 z_4 } значения в углах ячейки сетки

10. 5. 000 0000 0000 0000
 6. 000 0000 0000 0000
 7. 005 0040 0013 0107
 0160 005 0037 0014 0113
 1. 001 0107 0013 0110
 2. 000 0113 0000 0114
 3. 000 0110 0000 0111
 4. 001 0113 0014 0115
 5. 000 0107 0000 0112
 6. 000 0115 0000 0116
 7. 000 0000 0000 0000
 0170 077 0000 0000 0000

$x_1 = z_k \cdot \Delta x$
 $y_1 = n_k \cdot \Delta y$
 $x_2 = x_1 + \Delta x$
 $y_2 = y_1$
 $x_3 = x_2$
 $y_3 = y_1 + \Delta y$
 $x_4 = x_1$
 $y_4 = y_3$

координаты точек
 узлов ячейки

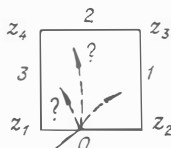
11. I. 070 0000 0000 0000
 2. 070 0000 0000 0000
 3. 070 0000 0000 0000
 4. 070 0000 0000 0000
 5. 070 0000 0000 0000
 6. 000 0000 0000 0000
 7. 015 0113 0120 0000
 0200 036 0103 0211 0171
 I. 015 0110 0117 0000
 2. 036 0104 0215 0171
 3. 015 0115 0120 0000
 4. 036 0105 0221 0171

z_5
 z_m
 $y_5 - PA$
 $y_n - PA$
 $y_m - PA$

Блок ориентации в ячейке
 относительно точки входа $T_{x,y}$
 Большой стороны
 Противоположной стороны
 Меньшей стороны

$y = y_1 ?$
 $x = x_2 ?$
 $y = y_3 ?$
 $x = x_1 ?$

Отделение номера
 стороны входа изолинии



стоп! сбей
 занесение параметров для:

12. 5. 015 0107 0117 0000
 6. 036 0106 0225 0171
 7. 077 0000 0000 0000
 0210 056 0000 0000 0000
 I. 052 0003 0000 0173
 2. 052 0002 0000 0174
 3. 052 0001 0000 0175
 4. 056 0104 0233 0172
 5. 052 0000 0000 0173
 6. 052 0003 0000 0174
 7. 052 0002 0001 0175
 0220 056 0105 0233 0172

"0" стороны

"1" стороны

13. 1. 052 0001 0000 0173 }
 2. 052 0000 0000 0174 }
 3. 052 0003 0002 0175 }
 4. 056 0106 0233 0172 }
 5. 052 0002 0000 0173 }
 6. 052 0001 0000 0174 }
 7. 052 0000 0003 0175 }
 0230 056 0103 0233 0172 }
 1. 070 0000 0000 0000
 2. 070 0000 0000 0000
 3. 002 0171 0172 0000
 4. 076 0172 0242 0001

"2" стороны;

"3" стороны.

$z_{\delta} \leq z_{\alpha}$?

14. 5. 000 0171 0000 0172
 6. 000 0001 0000 0171
 7. 000 0173 0000 0001
 0240 000 0175 0003 0173
 1. 000 0001 0000 0175
 2. 000 0000 0000 0000
 3. 077 0000 0000 0000
 4. 032 0000 0255 0001
 5. 015 0064 1232 0000
 6. 036 1232 0254 0260
 7. 015 0064 0254 0000
 0250 036 1220 0254 0260

реверс $z_{\alpha} \neq z_{\delta}$ и, соответственно, номеров сторон.

возврат

начало

$\gamma = 3$

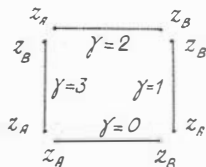
$\gamma = 0$

Выбор стороны по номеру

15. 1. 015 0064 1220 0000
 2. 036 1225 0244 0260
 3. 032 0000 0255 0003
 4. 052 0000 0000 0000
 5. 400 0103 0000 0075
 6. 400 0107 0000 0077
 7. 400 0113 0000 0101
 026C 052 0000 0070 0000
 1. 400 0103 0000 0076
 2. 400 0107 0000 0100
 3. 400 0113 0000 0102
 4. 070 0000 0000 0000

$\gamma = 1$

z_A
 x_A
 x_B
 γ
 z_B
 x_B
 y_B



возврат

16. 5. 032 0000 0255 0001
 6. 000 0000 0000 0000
 7. 000 0000 0000 0000
 0270 000 0000 0000 0000
 1. 002 0075 0024 0000
 2. 036 0000 0000 0276
 3. 002 0024 0075 0000
 4. 036 0000 0301 0000
 5. 077 0075 0024 0000
 6. 002 0024 0076 0000
 7. 036 0000 0303 0000
 0300 056 0000 0325 0000

начало

$z_A < N_{\alpha}$?

$z_B < N_{\alpha}$?

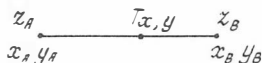
сбой!

$z_B > N_{\alpha}$?

нет точки пересечения с N_{α}

Поиск точки пересечения

17. 1. 002 0076 0024 0000
 2. 076 0000 0325 0000
 3. 002 0075 0076 0003
 4. 002 0075 0024 0004
 5. 004 0004 0003 0266
 6. 015 0077 0100 0000
 7. 036 0000 0315 0000
 0310 002 0100 0077 0005
 1. 005 0266 0005 0267
 2. 001 0077 0267 0117
 3. 000 0101 0000 0120
 4. 056 0000 0321 0000



$x_A = x_B?$

$$x_T = x_A + (x_B - x_A) \cdot \frac{z_A - N_{04}}{z_A - z_B}$$

$$y_T = y_A = y_B$$

18. 5. 002 0102 0101 0006
 6. 005 0266 0006 0267
 7. 001 0101 0267 0120
 0320 000 0077 0000 0117
 1. 016 0322 0635 0642
 2. 013 0063 7724 0063
 3. 000 0000 0000 0000
 4. 077 0000 0000 0000
 5. 000 0000 0000 0000
 6. 077 0000 0000 0000
 7. 000 0000 0000 0000
 0330 072 0000 0066 0000

$$y_T = y_A + \frac{z_A - N_{04}}{z_A - z_B} \cdot (y_B - y_A)$$

$$x_T = x_A = x_B$$

свертка

возврат с точкой

возврат без точки

РАРП → РА

19. 1. 100 0121 0000 2000
 2. 112 1477 0345 0001
 3. 013 0352 0067 0335
 4. 013 0353 0067 0337
 5. 050 2015 0000 0000
 6. 070 2000 0337 0001
 7. 050 4411 0000 0000
 0340 070 2000 0335 0000
 1. 072 0000 0067 0000
 2. 032 5700 1330 0000
 3. 052 0000 0000 0066
 4. 013 0067 0354 0067

$T_{x,y} \rightarrow РП$
 конец РП
 формирование
 $(A_2 + N_{c3})$

запись РП на МБ

$O \rightarrow РАРП$
 $N_{c3} + РП \rightarrow N_{c3}$

Блок накопления
 точек в РП

20. 5. 013 0061 7724 0061
 6. 013 0062 7724 0062
 7. 452 0000 0000 0066
 0350 000 0000 0000 0000
 1. 077 0000 0000 0000
 2. 050 2015 0000 3477
 3. 050 4411 0000 3477
 4. 000 0000 1500 0000
 5. 077 0000 0000 0000
 6. 077 0000 0000 0000
 7. 077 0000 0000 0000
 0360 072 0000 0066 0000

$\beta = \beta + 1$
 $j = j + 1$
 запоминание РАРП
 возврат

Блоки обменов с МБ

запись на МБ остатков РП

21.	1.	013	0374	0067	0363	} формирование
	2.	013	0375	0067	0365	
	3.	150	2015	0000	2000	
	4.	070	2000	0365	0001	
	5.	150	4411	0000	2000	} запись на МБ
	6.	070	2000	0367	0002	
	7.	015	0001	0002	0000	
0370	076	0000	0363	0000		
	1.	013	0067	0066	0067	} $N_{c3} = N_{c3} + PAPP$ O → PAPP возврат
	2.	052	0000	0000	0066	
	3.	000	0000	0000	0000	
	4.	150	0015	0000	2000	
22.	5.	150	4411	0000	2000	} константы
	6.	077	0000	0000	0000	
	7.	070	7070	7070	7070	
0400	050	2411	0000	1777		
	1.	050	4411	0000	1777	} чтение всего уровня
	2.	067	0062	0000	0001	
	3.	055	0001	7731	0002	
	4.	013	0002	0070	0377	
	5.	013	0400	0377	0420	} формирование
	6.	013	0401	0377	0422	
	7.	056	0000	0420	0000	
0410	067	0061	0000	0001		
						уход на исполнение
						чтение всех точек линии
23.	1.	055	0001	7731	0002	} $N_{нл} + \beta$ на формирование и исполнение
	2.	013	0002	0070	0377	
	3.	056	0000	0405	0000	
	4.	050	0015	0000	1777	
	5.	013	0414	0377	0420	} запись всех точек линии
	6.	013	0401	0377	0422	
	7.	000	0000	0000	0000	
0420	050	0000	0000	0000		
	1.	070	2000	0422	0001	} Блок исполнения обмена с МБ
	2.	050	0000	0000	0000	
	3.	070	2000	0424	0002	
	4.	015	0001	0002	0000	
24.	5.	076	0000	0420	0000	} возврат
	6.	070	7070	7070	0000	
	7.	077	0000	0000	0000	
0430	050	2411	0000	5777		
	1.	050	4411	0000	5777	} чтение половины МБ
	2.	000	0430	0000	0420	
	3.	056	0431	0420	0422	
	4.	000	0000	4000	0000	
	5.	013	0430	0434	0420	} чтение второй половины МБ
	6.	013	0431	0434	0422	
	7.	056	0000	0420	0000	
0440	077	0000	0000	0000		

25. 1. 072 0000 I44I 0000
 2. I00 0076 0000 4400
 3. I00 0102 0000 5600
 4. 452 0001 0000 I44I
 5. 002 0077 0076 0115
 6. 002 0103 0102 0116
 7. 000 0000 0001 0000
 0450 000 0000 0002 0000
 1. 000 0000 0003 0000
 2. 000 0000 0004 0000
 3. 000 0000 0005 0000
 4. 000 0000 0006 0000

РА поля x, y
 x_B
 y_B
 $РАГ+1$
 $\Delta x_{BC} = x_C - x_B$
 $\Delta y_{BC} = y_C - y_B$

Блок интерполяции
 линии внутри ячейки
 сетки матрицы

резерв

26. 5. 000 0000 0007 0000
 6. 000 0000 0010 0000
 7. 000 0000 0000 0000
 0460 003 0115 0013 0000
 1. 036 0000 0471 0000
 2. 502 0075 0076 0105
 3. 502 0101 0102 0111
 4. 112 0003 0462 0001
 5. 016 0466 0546 0615
 6. 001 0010 0076 0006
 7. 001 0007 0102 0007
 0470 016 0602 I44I I445

$\Delta x_{BC} < \Delta x$

Определение
 оптимального угла
 поворота осей

$x_{i-1} = x_A - x_B$
 $y_{i-1} = y_A - y_B$
 ЦИКЛ $i-1 \div i+2$
 засылка переключателя, расчет по форм.
 $x_L = x_L + x_B$ обратное преобразование
 $y_L = y_L - y_B$ координат
 отправка и продолжение расчета
 по формуле

27. 1. 003 0116 0014 0000
 2. 036 0000 0503 0000
 3. 502 0101 0102 0105
 4. 302 0076 0075 0111
 5. 112 0003 0473 0001
 6. 016 0477 0546 0615
 7. 002 0076 0007 0006
 0500 001 0102 0010 0007
 1. 000 0000 0000 0000
 2. 016 0602 I44I I445
 3. 005 0115 0116 0001
 4. 001 0001 0000 0000

$\Delta y_{BC} < \Delta y$?

$x_{i-1} = y_A - y_B$
 $y_{i-1} = x_B - x_A$ } поворот 90°
 расчет по формуле
 $x_L = x_B - y_L$ } обратное преобразование
 $y_L = y_B + x_L$ } координат
 отправка x, y и продолжение расчета
 $\Delta x_{BC} \times \Delta y_{BC}$
 знак произведения "+" ?

28. 5. 036 0000 0525 0000
 6. 402 0075 0076 0001
 7. 402 0101 0102 0002
 0510 001 0001 0002 0003
 1. 105 0054 0003 0105
 2. 002 0002 0001 0003
 3. 105 0054 0003 0111
 4. 112 0003 0506 0001
 5. 016 0516 0546 0615
 6. 002 0010 0007 0001
 7. 005 0054 0001 0001
 0520 001 0010 0007 0002

x_{i-1}
 y_{i-1} } поворот 45°
 $x_{i-1} = \frac{\sqrt{2}}{2} (x_A - x_B + y_A - y_B)$
 $y_{i-1} = \frac{\sqrt{2}}{2} (x_B - x_A + y_A - y_B)$
 расчет по формуле
 $x_L = \frac{\sqrt{2}}{2} (x_L - y_L) + x_B$ } обратное
 преобразование
 координат

29. I. 00I 000I 0076 0006
 2. 005 0054 0002 000I
 3. 00I 000I 0I02 0007
 4. 0I6 0602 I44I I445
 5. 402 0075 0076 000I
 6. 402 0I0I 0I02 0002
 7. 002 000I 0002 0003
 0530 I05 0054 0003 0I05
 I. 00I 000I 0002 0003
 2. I05 0054 0003 0III
 3. II2 0003 0525 000I
 4. 0I6 0535 0546 06I5

$$y_i = \frac{\sqrt{2}}{2} (x_i + v_i) + y_B$$

отправка x, y

$$x_i = \frac{\sqrt{2}}{2} (x_A - x_B - y_A + y_B) \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \text{поворот } 315^\circ$$

$$y_i = \frac{\sqrt{2}}{2} (x_A - x_B + y_A - y_B)$$

расчет по формуле

30. 5. 00I 00I0 0007 000I
 6. 002 0007 00I0 0002
 7. 005 0054 000I 000I
 0540 00I 000I 0076 0006
 I. 005 0054 0002 000I
 2. 00I 000I 0I02 0007
 3. 0I6 0602 I44I I445
 4. 000 0000 0000 0000
 5. 000 0000 0000 0000
 6. 002 0II3 0III 0006
 7. 005 0II0 0006 0004
 0550 002 0I07 0I05 0007

$$x_i = \frac{\sqrt{2}}{2} (x_i + v_i) + x_B$$

$$y_i = \frac{\sqrt{2}}{2} (v_i - x_i) + y_B$$

отправка x, y

обратное преобразование координат

начало

Блок интерполяционной формулы

3I. I. 005 0II4 0007 0005
 2. 005 0II0 0007 0003
 3. 00I 0004 0005 000I
 4. 005 0I07 0I07 0055
 5. 005 0055 0003 0002
 6. 0I6 0557 0706 07II
 7. 005 7762 0II3 0002
 0560 005 0055 0I07 0055
 I. 004 0002 0055 0002
 2. 002 000I 0002 0055
 3. 002 0005 0004 000I
 4. 005 0I07 0003 0002

$$a_3 = \frac{y_{i+2}(y_{i+1} - y_{i-1}) + y_{i+2}(x_{i+1} - x_{i-1})}{x_{i+1}^2 \cdot x_{i+2}(x_{i+1} - x_{i-1})} - \frac{2y_{i+1}}{x_{i+1}^3}$$

32. 5. 004 000I 0002 000I
 6. 005 7763 0055 0056
 7. 005 0056 0I07 0056
 0570 002 000I 0056 0056
 I. 004 0056 7762 0056
 2. 004 0006 0007 0057
 3. 004 0I07 00I2 000I
 4. 003 000I 776I 0074
 5. 00I 0I07 0000 0000
 6. 076 00I2 0600 0005
 7. 002 0000 00I2 0005
 0600 052 0000 0000 0000

$$a_2 = \frac{y_{i+2}(x_{i+1} - x_{i-1}) - x_{i+2}(y_{i+1} - y_{i-1})}{2x_{i+1} \cdot x_{i+2}(x_{i+1} - x_{i-1})} - \frac{3}{2} a_3 x_{i+1}$$

$$a_1 = \frac{(y_{i+1} - y_{i-1})}{(x_{i+1} - x_{i-1})}$$

$$z = \left| \frac{x_{i+1}}{\delta x} - 1 \right|$$

+ δx
 - δx

33.	1.	000	0000	0000	0010	$0 \rightarrow x_1$
	2.	003	0074	7761	0074	конец z ?
	3.	036	0000	0616	0000	
	4.	001	0010	0005	0010	$x_1 = x_1 + \delta x$
	5.	005	0057	0010	0001	
	6.	005	0010	0010	0003	
	7.	005	0056	0003	0002	
0610	001	0001	0002	0001		$v_1 = a_1 x_1 + a_2 x_1^2 + a_3 x_1^3$
	1.	005	0003	0010	0003	
	2.	005	0055	0003	0002	
	3.	001	0001	0002	0007	
	4.	000	0000	0000	0000	
34.	5.	070	0000	0000	0000	переключатель /возврат/
	6.	000	0000	0000	0000	конец интервала интерполяции
	7.	070	0000	0000	0000	возврат
0620	000	7747	0000	0006		Конец матрицы
	1.	016	0622	I44I	I445	засылка признака конца линии
	2.	005	0014	0034	0007	$y = \Delta y (n-1)$
	3.	000	0000	0000	0006	$x = 0$
	4.	016	0625	I44I	I445	засылка в PP
	5.	016	0626	I44I	I445	для угона карандаша
	6.	016	0627	I450	I445	в левый верхний угол
	7.	077	7777	7777	0000	выдача оставшегося PI на график
0630	000	7777	7700	0000		стоп! конец программы
35.	1.	000	0000	0077	7777	
	2.	I13	0000	0000	0000	
	3.	I35	0000	0000	0000	
	4.	000	0000	0000	0000	
	5.	061	0117	0632	0001	начало
	6.	061	0120	0633	0002	
	7.	055	0001	0630	0001	
0640	055	0002	0631	0002		
	1.	015	0001	0002	0121	$T_{x,y}$
	2.	000	0000	0000	0000	возврат
	3.	077	0000	0000	0000	
	4.	055	0121	0630	0001	начало
						Блок развертки
						$T_{x,y} \quad x,y$
36.	5.	015	0632	0001	0001	
	6.	001	0001	0000	0117	x
	7.	055	0121	0631	0002	
0650	013	0633	0002	0002		
	1.	001	0002	0000	0120	y
	2.	000	0000	0000	0000	возврат
	3.	077	0000	0000	0000	
	4.	016	0665	0655	I366	засылка возврата
	5.	000	0124	0000	0075	$x_{зерк} \rightarrow x_n$
	6.	000	0125	0000	0101	$y_{зерк} \rightarrow y_n$
	7.	016	0666	0660	I375	засылка возвр. по призн. конца линии
0660	016	0661	0441	0617		интерполяция отрезка
						Незамкнутая линия

37.	1.	016	0662	I446	I445	не пора ли на график?
	2.	016	0663	I434	I440	передвиг интерполируемого участка
	3.	016	0664	I362	I401	очередная точка (x, y) очередные
	4.	016	0660	I373	I401	анализ новой точки и интерполяция
	5.	056	0000	0700	I366	внезапный конец линии
	6.	000	0077	0000	0115	x_i } v_i } подготовка к анализу x_s } конца линии y_s }
0670	7.	000	0103	0000	0116	
	1.	000	0076	0000	0122	
	1.	000	0102	0000	0123	засылка возврата для точек, не лежа-
	2.	016	0673	0674	I504	стоп! собой щих на границе
	3.	077	0077	0103	0000	анализ концевой $T_{x,y}$
	4.	016	0675	I460	I465	
38.	5.	000	0124	0000	0100	x_c } зеркальная точка В /относитель- y_c } но границы/
	6.	000	0125	0000	0104	
	7.	016	0700	0441	0617	расчет линии /интерполяция/
0700	000	0077	0000	0006	засылка $x_c y_c$ в РП	
	1.	000	0103	0000		0007
	2.	016	0703	I441		I445
	3.	000	7747	0000	0006	засылка признака конца линии
	4.	016	0705	I441	I445	
	5.	016	I513	I446	I445	не пора ли на график?
	6.	003	0000	0002	0000	
	7.	076	0000	0616	0000	
0710	004	0001	0002	0001		
39.	1.	070	0000	0000	0000	РПБ /большое поле/ РПМ /малое поле/
	2.	070	0000	0000	0000	
	3.	077	0000	0000	0000	
	4.	000	5170	0000	0000	
	5.	000	I500	0000	0000	
	6.	000	0000	0000	0000	
	7.	000	0000	0000	0000	
0720	033	0061	0772	0000	начало	
	1.	076	0000	0723	$\beta \geq 2$	
	2.	077	0061	0000	0000	
	3.	033	0061	0714	$\beta > РПБ$	
	4.	076	0000	0722	формирование	
40.	5.	014	0047	0061	0003	формирование
	6.	054	0130	0003	0004	
	7.	013	0767	0004	0760	
0730	054	0114	0066	0005	$\beta > РПМ$	
	1.	033	0005	0061		0006
	2.	076	0000	0743	0761	
	3.	077	0000	0000	0000	стоп! Часть линии на МБ
	4.	016	0735	0410	0426	чтение всей линии
	5.	000	0061	0000	0005	
	6.	016	0737	0731	0761	возврат после реверса
	7.	016	0740	0415	0426	запись всей линии
0740	013	0067	0066	0067		

Реверс линии

41.	1.	052	0000	0000	0066		
	2.	056	0000	0762	0000	формирования	
	3.	013	0770	0006	0752		
	4.	067	0006	0000	0007		
	5.	013	0771	0005	0753		
	6.	013	0753	0007	0753		
	7.	067	0005	0000	0010		
	0750	013	0772	0010	0754		
	1.	052	0000	0001	0000		
	2.	070	0000	0000	0000	$[НРП + PA + \beta] \rightarrow [0001]$	
	3.	070	0000	0000	0000	$[НРП - 1 + PA] \rightarrow [НРП + PA + \beta]$	
	4.	070	0000	0000	0000	$[0001] \rightarrow [НРП - 1 + PA]$	
42.	5.	013	0752	7724	0752	$A_1 + 1$	
	6.	007	0753	7734	0753	$A_1 - 1, A_3 + 1$	
	7.	033	0754	7721	0754	$A_3 - 1$	
	0760	112	0000	0752	0001	цикл по β	
	1.	077	0001	0002	0000		
	2.	033	0715	0061	0000	$\beta \leq PPM ?$	
	3.	076	0000	0766	0000	возобновление матрицы	
	4.	050	0412	7777	7177		
	5.	070	3500	0764	0000		
	6.	077	0000	0000	0000		возврат
	7.	112	0000	0752	0001	константы	
	0770	000	2000	0000	0001		
43.	1.	000	1777	0000	2000	константы	
	2.	000	0001	0000	1777		
	3.	077	0000	0000	0000		
	4.	070	0000	0000	0000		
	5.	070	0000	0000	0000		
	6.	070	0000	0000	0000		резерв
	7.	070	0000	0000	0000		
	1000	001	0024	0015	0024	$M_\alpha + \Delta z \rightarrow M_\alpha$ начало	
	1.	002	0027	0024	0000	если "нет", то уход в блок "Н"	
	2.	036	0000	0620	0000		
	3.	000	0000	0000	0072		
	4.	000	0000	0000	0065		
						$0 \rightarrow K_E$	
						$0 \rightarrow K_\alpha$	
44.	5.	000	0067	0000	0071	$N_{сз} \rightarrow N$ нач. уровня	
	6.	000	0067	0000	0070	$N_{сз} \rightarrow N$ нач. линии	
	7.	000	0000	0000	0061	$0 \rightarrow \beta$	
	1010	000	0000	0000	0062	$0 \rightarrow j$	
	1.	013	0060	7724	0060	$\alpha + 1 \rightarrow \alpha$	
	2.	052	0000	0000	0066	$0 \rightarrow PAPP$	
	3.	000	7747	0000	0121	накопление точек начал линий	
	4.	016	1020	0320	0350		
	5.	056	0000	1020	0000	засылка константы в начало линии	
	6.	000	0000	0000	0000		уход в блок С
	7.	077	0000	0000	0000	$0 \rightarrow T_0$ начало	
	1020	000	0000	0000	0122		

Блок "В"
новый уровень

Блок "С"
Поиск начала
изолинии

45.	I.	000	0000	0000	006I	$O \rightarrow \beta$
	2.	052	0000	0000	0063	$O \rightarrow i$
	3.	000	0065	0000	0072	$K_\alpha \rightarrow K_E$
	4.	000	0000	0000	0000	
	5.	016	I026	013I	0167	параметры ячейки K_E
	6.	052	0000	0000	0167	
	7.	052	0000	0000	I046	$O \rightarrow \gamma$ стороны
	I030	000	0000	0000	0000	
	1.	000	0000	0000	0000	
	2.	016	I042	I046	0323	засылка возврата с точкой пересеч.
	3.	000	0000	0000	0000	
	4.	452	0000	0000	0064	занесение номера стороны γ
46.	5.	016	I036	0245	0264	Выбор заданной стороны
	6.	000	0000	0000	0264	
	7.	016	I046	0270	0325	поиск точки пересечения с N_α
	I040	000	0000	0000	0000	
	1.	077	0000	0000	0000	
	2.	072	0000	0063	0000	$i \rightarrow PA$ \leftarrow Возврат с точкой
	3.	652	000I	0000	0063	$i+1 \rightarrow i$ пересечения
	4.	I00	012I	0000	0123	$(x,y)_i \rightarrow T_i$
	5.	000	0000	0000	0000	
	6.	052	0000	0000	0000	γ стороны \leftarrow возврат без точки
	7.	652	000I	0000	I046	$\gamma_c+1 \rightarrow \gamma_c$
	I050	II2	0004	I034	0000	цикл по всем сторонам
47.	1.	000	0000	0000	0323	
	2.	000	0000	0000	0000	
	3.	033	0000	0063	0000	$i > 0$ нет \rightarrow следующая ячейка
	4.	076	0123	III4	0121	$T_i \rightarrow T_{x,y}$
	5.	033	0000	0062	0000	$\gamma > 0?$ нет \rightarrow анализ границы
	6.	076	0123	II22	0122	$T_i \rightarrow T_o$
	7.	054	0114	0066	000I	$PAPI \rightarrow A_i$
	I060	033	000I	0062	0000	$j > PAPI?$ нет \rightarrow на сравнение
	1.	076	0000	I074	0000	
	2.	033	0714	0062	0000	$j > PPIB?$ нет \rightarrow вызов уровня с МБ
	3.	076	0000	I066	0000	
	4.	056	0000	I330	0000	стоп! нет рабочего поля
48.	5.	070	0000	0000	0000	
	6.	000	0000	0000	0000	
	7.	016	I074	0402	0426	вызов всего уровня
	I070	000	0000	0000	0000	
	1.	II2	7777	II03	000I	
	2.	012	0000	II02	0000	
	3.	000	0000	0000	0000	
	4.	013	I07I	0062	II05	Формирование блока сравнения новой точки со всеми точками уровня
	5.	054	0114	0063	000I	
	6.	013	I072	000I	III3	
	7.	052	0000	0000	III0	
	II00	056	0000	III0	0000	

49.	I.	000	0000	0000	0000	
	2.	052	0000	0000	0000	
	3.	415	2000	0122	0000	$x_k, y_k = T_i ?$ да, такая точка была
	4.	036	0000	1110	0000	
	5.	112	0000	1103	0001	цикл по j
	6.	056	0122	1122	0121	точка найдена $\rightarrow \mathcal{D}$
	7.	000	0000	0000	0000	
	III0	052	0000	0000	0000	PA_i
	I.	652	0001	0001	1110	$i = i + 1$
	2.	400	0122	0000	0122	
	3.	012	0000	1102	0000	цикл по i
	4.	000	0000	0000	0000	/нет новых точек/
50.	5.	001	0065	7761	0065	$K_\alpha = K_\alpha + 1$ /следующая ячейка/
	6.	002	0035	0065	0000	K конечное $\geq K_\alpha$
	7.	036	0000	1330	0000	нет $\rightarrow \mathcal{C}$
	II20	056	0000	1020	0000	да $\rightarrow \mathcal{C}$
	I.	000	0000	0000	0000	
	2.	016	1123	0644	0652	развернуть /новая точ./ начало линии
	3.	016	1124	0176	0242	ориентация в ячейке
	4.	652	0000	0000	0064	γ стороны входа
	5.	016	1126	0245	0264	выбор стороны γ
	6.	055	0075	7714	0000	z_A на границе ?
	7.	036	0000	1134	0000	
	II30	055	0076	7714	0000	z_B на границе ?
51.	I.	036	0000	1134	0000	
	2.	000	0000	0000	0122	$0 \rightarrow T_0$ /точка начала на границе/
	3.	000	0000	0000	0000	
	4.	033	0715	0062	0000	$j \in PPM$
	5.	076	0000	1141	0000	
	6.	000	0000	0000	0000	
	7.	050	0412	2376	7176	восстановление матрицы
	II40	070	3500	1137	0000	
	I.	016	1142	0330	0350	запись $T_{x,y}$ в РП
	2.	016	1150	1420	1433	
	3.	056	0000	1150	0000	в блок "Е"
	4.	077	0000	0000	0000	
52.	5.	077	0000	0000	0000	резерв
	6.	070	0000	0000	0000	
	7.	077	0000	0000	0000	
	II50	001	0103	0104	0074	
	I.	001	0074	0105	0074	$z_{cp} = \frac{z_1 + z_2 + z_3 + z_4}{4}$
	2.	001	0074	0106	0074	
	3.	004	0074	7762	0074	
	4.	004	0074	7762	0074	
	5.	016	1207	1157	0323	заслать возврат с точкой
	6.	000	0000	0000	0000	
	7.	002	0074	0024	0000	$z_{cp} \geq N_\alpha$
	II60	036	0000	1176	0000	

53.	1.	000	0175	0000	0064	отклонение в сторону z меньшего
	2.	016	1163	0245	0264	выбор стороны с z_m
	3.	016	1164	0270	0325	поиск точки
	4.	000	0000	0000	0000	возврат без точки
	5.	000	0174	0000	0064	
	6.	016	1167	0245	0264	противолежащая сторона
	7.	016	1170	0270	0325	поиск точки
1170	000	0000	0000	0000	0000	возврат без точки
	1.	000	0173	0000	0064	
	2.	016	1173	0245	0264	сторона с z большим
	3.	016	1174	0270	0325	поиск точки
	4.	077	0000	0000	0000	стоп! возврат без точки
54.	5.	056	0000	1510	0000	/на блок сбоя/
	6.	000	0173	0000	0064	отклонение в сторону z большего
	7.	016	1200	0245	0264	сторона с z_b
1200	016	1201	0270	0325	0325	поиск точки
	1.	000	0174	0000	0064	возврат без точки
	2.	016	1203	0245	0264	противолежащая сторона
	3.	016	1204	0270	0325	поиск точки
	4.	000	0000	0000	0000	возврат без точки
	5.	056	0000	1161	0000	проверить z_m
	6.	000	0000	0000	0000	
	7.	016	1210	0330	0350	точка найдена, запись в ПИ
1210	000	0000	0000	0350	0350	
55.	1.	056	0000	1250	0000	на анализ в блок М
	2.	052	0000	0000	0000	
	3.	052	0000	0000	0000	начало
	4.	015	0064	1213	0000	$\gamma = 0 ?$
	5.	076	0000	1221	0000	
	6.	002	0072	0033	0072	$K_E = K_E - l$
	7.	056	0000	1236	0000	
1220	052	0000	0001	0000	0000	
	1.	015	0064	1220	0000	$\gamma = 1 ?$
	2.	076	0000	1226	0000	
	3.	001	0072	7761	0072	$K_E = K_E + l$
	4.	056	0000	1236	0000	
56.	5.	052	0000	0002	0000	
	6.	015	0064	1225	0000	$\gamma = 2 ?$
	7.	076	0000	1233	0000	
1230	001	0072	0033	0072	0072	$K_E = K_E + l - 1$
	1.	056	0000	1236	0000	
	2.	052	0000	0003	0000	
	3.	015	0064	1232	0000	$\gamma = 3 ?$
	4.	076	0000	1244	0000	
	5.	002	0072	7761	0072	$K_E = K_E - 1$
	6.	016	1237	0131	0167	выбор параметров новой ячейки
	7.	000	0000	0000	0167	
1240	016	1241	0176	0242	0242	ориентация по точке входа

Блок "F"
какой номер
ячейки ухода
линии

57.	I.	000	0000	0000	0242	убрать возврат
	2.	000	0000	0000	0000	
	3.	056	0000	1150	0000	в блок "Б"
	4.	077	0000	0000	0000	стоп! сбой
	5.	056	0000	0000	0000	
	6.	000	0000	0000	0000	резерв
	7.	000	0000	0000	0000	
	I250	055	0075	7714	0000	начало
	1.	036	0000	1273	0000	z_n граничная?
	2.	055	0076	7714	0000	
	3.	036	0000	1273	0000	z_s граничная?
	4.	000	0000	0000	0000	пограничная точка
Блок "М" Анализ новой точки						
58.	5.	015	0122	0000	0000	
	6.	076	0000	1310	0000	$T_0 = 0$?
	7.	000	0000	0000	0000	
	I260	000	0000	0000	0000	
	1.	000	0000	0000	0000	конец линии
	2.	000	0000	0000	0000	/подготовить цифру/
	3.	000	7747	0000	0121	
	4.	016	1265	0330	0350	признак конца линии
	5.	000	0000	0000	0000	
	6.	000	0000	0000	0000	
	7.	056	0000	1020	0000	за следующей линией
	I270	000	0005	0000	0300	
59.	1.	000	0000	0020	0000	
	2.	000	0000	0020	0000	
	3.	033	1270	0061	0000	$\beta > 5$? контроль за цикливанием
	4.	036	0000	1276	0000	
	5.	056	0121	1303	1271	$T_{x,y} \rightarrow T_{контр.}$
	6.	015	0121	1271	0000	
	7.	076	0000	1303	0000	
	I300	077	0000	0000	0000	стоп! сбой
	1.	056	0000	1262	0000	на блок сбоя
	2.	000	0000	0000	0000	
	3.	015	0121	0122	0000	$T = T_0$
	4.	076	0000	1213	0000	
60.	5.	000	0000	0000	0000	
	6.	000	0000	0000	0000	
	7.	056	0000	1262	0000	конец замкнутой линии
	I310	000	0000	0000	0000	
	1.	000	0000	0000	0000	подготовка реверса
	2.	000	0000	0000	0000	
	3.	000	0122	0000	0121	$T_0 \rightarrow T_{x,y}$
	4.	000	0000	0000	0122	$c \rightarrow T_0$
	5.	000	0065	0000	0072	$K_x \rightarrow K_E$
	6.	016	1317	0131	0167	параметры ячейки K_E
	7.	000	0000	0000	0167	
	I320	016	1321	0644	0652	развертка точки ($T_{x,y}$)

61.	1.	000	0000	0000	0652		
	2.	016	I323	0176	0242	ориентация	
	3.	652	0000	0000	0064		
	4.	016	I325	0720	0766	реверс линии	
	5.	000	0000	0030	0766		
	6.	056	0000	I213	0000	в блок "F"	
	7.	070	0000	0000	0000		
I330	052	0000	0000	0000	0000	начало	
	1.	072	0000	I426	I362	разделитель +++... /признак конца уровня/ 0-РА МБ накопителя/	Блок "G" Конец уровня
	2.	250	2100	0000	I410		
	3.	070	I410	0000	0000		
	4.	000	I362	0000	I426		
62.	5.	052	0000	0000	I353	0-РА МБ /блока считывания/	
	6.	052	5000	0000	I347		
	7.	052	0000	0000	0000		
I340	055	I365	7704	I365	I365	формирование цикла по j	
	1.	013	I365	0062	I365		
	2.	033	0062	0715	0000	$j > \text{РПМ} ?$	
	3.	036	0000	I345	I346		
	4.	016	I513	0360	0373	запись точек РП на МБ и уход в блок	
	5.	016	I401	I513	I346	в блок интерполяции	
	6.	077	0000	0000	0000	переключатель P_a	
	7.	052	0000	0000	0000	РАТ /РА очередной точки/	
I350	400	2000	0000	0121	0121	$T_{x,y}$	
63.	1.	652	0001	0000	I347	РАТ + I	все точки уровня не умести- лись в РП
	2.	012	I500	I401	0000	конец массива ?	
	3.	052	0000	0000	0000	РА очередного массива	
	4.	250	0411	0000	3500		
	5.	070	2000	I356	0001	чтение с МБ	
	6.	015	0001	0002	0000		
	7.	076	0001	I354	0002		
I360	652	I500	0000	I353	I353		
	1.	032	0000	I350	0000	за очередной точкой	
	2.	052	0000	0000	0000	РАТ /очередной точки/	
	3.	400	2000	0000	0121		
	4.	652	0001	0000	I362		все точки уровня в РП
64.	5.	012	0000	I346	0000	цикл по j /по всему уровню/	
	6.	000	0000	0000	0000		
	7.	016	I370	I451	I445	на графопостроитель	
I370	050	0412	2376	7176	7176	возобновление матрицы	
	1.	070	3500	370	0000		
	2.	056	0000	0000	0000	в блок "B"	
	3.	015	0121	7747	0000	конец линии?	
	4.	076	0000	I376	0000		
	5.	000	0000	0000	0000	возврат в случае конца линии	
	6.	016	I377	0644	0652	развертка $T_{x,y}$	
	7.	000	0117	0000	0100	$x \rightarrow x_s$	
I400	000	0120	0000	0104	0104	$y \rightarrow y_s$	

65.	1.	070	0000	0000	0000	возврат (с		
	2.	056	0000	1000	0067	в блок "B"	x_0, y_0)	
	3.	753	5673	5673	5673	разделитель	- - - ...	
	4.	031	6735	6735	6735			
	5.	000	0000	0000	0000	N_x		
	6.	000	0000	0000	0000	x	начала линии	
	7.	100	0000	0000	0000	y	начала линии	
I410	052	5252	5252	5252		разделитель	+ + + ...	
	1.	070	0000	0000	0000	$T_{x,y}$	последней точки графика	
	2.	070	0000	0000	0000	x_0		
	3.	070	0000	0000	0000	y_0		
	4.	000	0000	0000	0000			
66.	5.	070	0000	0000	0000			
	6.	070	0000	0000	0000			
	7.	070	0000	0000	0000			
I420	016	I421	7501	7610		N_x	Накопление точек координат начал линий	
	1.	075	0024	0010	I405	x		начала линии
	2.	016	I423	7501	7610	y	начала линии	
	3.	075	0117	0010	I406			
	4.	016	I425	7501	7610			
	5.	075	0120	0010	I407			
	6.	052	0000	0000	0000			
	7.	250	2300	0000	I407			
I430	070	I403	0000	0000		запись на БФ		
67.	1.	452	0005	0000	I426	возврат	Передвиг точек для дальнейшей интерполяции ($B \rightarrow A, C \rightarrow B, D \rightarrow C$)	
	2.	000	0000	0000	0000			
	3.	070	0000	0000	0000	$x_B - x_A, x_C - x_B \dots$		
	4.	052	0000	0000	0000	$y_B - y_A, \dots$		
	5.	500	0076	0000	0075	цикл		
	6.	500	0102	0000	0101			
	7.	112	0002	I435	0001			
I440	070	0000	0000	0000		РАГ /готовых точек/	Накопление точек сглаженных изо- линий	
	1.	052	0000	0000	0000	засылка x_z		
	2.	100	0006	0000	4400	засылка v_z		
	3.	100	0007	0000	5600	РА + I		
	4.	652	0001	0001	I441			
68.	5.	070	0000	0000	0000	возврат	Не пора ли на график?	
	6.	072	0000	I441	0000	РАГ → РА		
	7.	112	1100	I445	0000	конец цикла?		
I450	156	7710	I452	4401		засылка признака конца массива		
	1.	072	0000	I441	0000			
	2.	100	7710	0000	4400	вывод готовых точек изолиний		
	3.	000	I457	0000	I600	на графопостроитель		
	4.	016	I455	I650	I671			
	5.	052	0000	0000	I441	0 → РАГ		
	6.	056	0000	I445	0000	на продолжение интерполяции		
	7.	000	4400	I200	5600	строка информации для "УТ"		
I460	000	0127	0000	0121		$T_{x,y}$	граничная (x_{max}, y_{max})	

69.	I.	016	I462	0644	0652	развертка	Анализ конечной точки линий
	2.	015	0000	0115	0000	$x = 0 ?$	
	3.	076	0123	I466	0125	левая граница	
	4.	002	0000	0122	0124		
	5.	070	0000	0000	0000	возврат для граничных точек	
	6.	015	0117	0115	0000	$x = x_{max} ?$	
	7.	076	0000	I473	0000	правая граница	
I470	001	0117	0117	0001			
	1.	002	0001	0122	0124	$y = 0 ?$ нижняя граница	
	2.	056	0000	I465	0000		
	3.	015	0000	0116	0000		
	4.	076	0122	I477	0124		
70.	5.	002	0000	0123	0125	$y = y_{max} ?$	
	6.	056	0000	I465	0000		
	7.	015	0120	0116	0000	верхняя граница	
I500	076	0000	I504	0000			
	1.	001	0120	0120	0001	возврат для неграничных точек	
	2.	002	0001	0123	0125		
	3.	056	0000	I465	0000		
	4.	070	0000	0000	0000		
	5.	000	0077	0000	0006	засылка 2-й точки	В линия только две точки
	6.	000	0103	0000	0007		
	7.	016	I510	I441	I445		
I510	000	7747	0000	0006			
71.	1.	016	I512	I441	I445	засылка признака конца	Блок I Интерполяция
	2.	016	I513	I446	I445	не пора ли на график	
	3.	000	0000	0000	I366	начало	
	4.	016	I515	I362	I401	очередная точка	
	5.	016	I510	I516	I375	для конца линии	
	6.	016	I517	I373	I401	анализ	
	7.	000	0100	0000	0006	первая точка \rightarrow P1	
I520	000	0104	0000	0007			
	1.	016	I522	I441	I445	$x \rightarrow x_c$ $y \rightarrow y_c$ } $T_1 \rightarrow C$	
	2.	000	0100	0000	0077		
	3.	000	0104	0000	0103		
	4.	016	I525	I362	I401		вторая точка
72.	5.	016	I526	I373	I401	анализ	передвиг ($C \rightarrow B$, $T_2 \rightarrow C$)
	6.	016	I527	I434	I440		
	7.	000	0000	0000	0000	третья точка	
I530	016	I531	I362	I401			
	1.	016	I505	I532	I375	засылка возврата для изолинии из	одного отрезка
	2.	016	I533	I373	I401	анализ	
	3.	000	0076	0000	0115	подготовка точек B и C для анализа начала линий	
	4.	000	0102	0000	0116		
	5.	000	0077	0000	0122		
	6.	000	0103	0000	0123		
	7.	016	0654	I540	I465	засылка возврата для незамкн. линии	анализ начала линии
I540	016	I541	I460	I504			

73.	I.	016	I573	I542	I366	засылка возврата	Замкнутая линия	
	2.	000	0077	0000	0122			
	3.	000	0103	0000	0123	запомнена 2-я и 3-я точка		
	4.	000	0100	0000	0124			
	5.	000	0104	0000	0125			
	6.	016	I553	I547	I375	для возврата по признаку конца линии		
	7.	000	7747	0000	0006	разделитель линий		
I550	I.	016	I565	I441	I445	отправка в РП		
	2.	070	0000	0000	0000			
	3.	000	0122	0000	0100	$T_2 \rightarrow 2$		
	4.	000	0123	0000	0104			
74.	5.	016	I556	0441	0617	интерполяция отрезка BC		
	6.	016	I557	I434	I440	передвиг		
	7.	000	0124	0000	0100	$T_3 \rightarrow 2$		
	I560	000	0025	0000	0040			
	I.	016	I562	0441	0617	интерполяция BC		
	2.	000	0122	0000	0006	засылка последней точки в РП и на обработку конца линии		
	3.	000	0123	0000	0007			
4.	016	I575	I441	I445				
5.	016	I566	I434	I440	передвиг			
6.	016	I567	I362	I401	очередная точка			
7.	016	I570	I373	I401	анализ			
I570	016	I571	0441	0617	интерполяция			
75.	I.	016	I572	I446	I445	не пора ли на график?		
	2.	056	0000	I565	0000	цикл по всей изолинии		
	3.	000	0000	0000	0000			
	4.	056	0000	I562	I366	конец интерполяции		
	5.	000	7747	0000	0006			
	6.	016	I577	I441	I445	засылка разделителя в РП		
	7.	016	I513	I446	I445	не пора ли на график? уход на начало строки информации		
I600	I.	000	2000	2400	4400	масштаб	Блок УГ - управление градопост- роителем	
	2.	101	4000	0000	0000			M_x
	3.	101	4000	0000	0000	M_y		
	4.	075	6314	6314	6305	h		
I610	1.	070	0000	0000	0000	x_k	= 0,1 мм	
	2.	070	0000	0000	0000			координаты
	3.	070	0000	0000	0000	очередной точки	y_k	
	4.	070	0000	0000	0000			координаты
	5.	070	0000	0000	0000	в шагах РП		
	6.	070	0000	0000	0000			
	7.	070	0000	0000	0000			
I620	1.	070	0000	0000	0000	счетчик Δ		
	2.	070	0000	0000	0000	счетчик ускорения		
	3.	070	0000	0000	0000	сигнал ведущий		
	4.	070	0000	0000	0000	сигнал ведомый		
	5.	070	0000	0000	0000	Δ ведущий		
	6.	070	0000	0000	0000	Δ ведомый		
	7.	070	0000	0000	0000	R		

77. 1. 070 0000 0000 0000 $\beta = \Delta$ ведомая/ Δ ведущая
 2. 070 0000 0000 0000 S - выходной сигнал для ПП
 3. 070 0000 0000 0000
 4. 070 0000 0000 0000
 5. 000 0000 0000 0000 зафиксированное действие
 6. 070 0000 0000 0000 следующее действие

I630 7. 000 0010 0000 0000 +x
 000 0004 0000 0000 -x
 1. 000 0001 0000 0000 +y
 2. 000 0002 0000 0000 -y
 3. 000 0020 0000 0000 подъем
 4. 000 0040 0000 0000 спуск

константы-сигналы,
немедленно
управляющие графо-
строителем

78. 5. 360 0000 0000 0000
 6. 000 0000 0000 0000
 7. 000 0000 0000 0000
 I640 103 6000 0000 0000 $C_1 = 6$
 1. 103 7000 0000 0000 $C_2 = 7$
 2. 105 4000 0000 0000 $C_3 = 16$
 3. 100 5000 0000 0000 C_4
 4. 106 5000 0000 0000 C_5
 5. 000 0000 0000 0000
 6. 000 0000 0000 0000
 7. 070 0000 7701 0000
 I650 052 0000 0000 I664 начало УГ

константы

79. 1. 055 I600 7734 0001
 2. 055 I665 7704 I665
 3. 013 I665 0001 I665
 4. 055 I600 7731 0001
 5. 067 0001 0000 0001
 6. 055 I666 7704 I666
 7. 013 I666 0001 I666
 I660 055 I600 7732 0001
 1. 054 0114 0001 0001
 2. 055 I670 7704 I670
 3. 013 I670 0001 I670
 4. 052 0000 0000 0000

настройка блока
выборки x, y из
заданного массива

очередной x, y

80. 5. 400 0000 0000 I604
 6. 400 0000 0000 I605
 7. 652 0001 0001 I664
 I670 012 0000 7760 0000 конец массива?
 1. 070 0000 0000 0000 возврат $\Delta x, \Delta y$
 2. 077 0000 0000 0000
 3. 005 I601 I604 0001 расчет
 4. 004 0001 I603 0002 $\tilde{x} = \frac{M_x \cdot x}{h}$
 5. 041 0002 7752 I610
 6. 002 I610 7752 I610
 7. 005 I602 I605 0001
 I700 004 0001 I603 0002

ближайшее целое
/число шагов/

81.	1.	04I	0002	7752	I6II	$\tilde{y} = \frac{M_y \cdot y}{h}$ ближайшее целое $\Delta x = \tilde{x}_k - \tilde{x}_{k-1}$ выбор ведущего сигнала $+x \quad y-x$
	2.	002	I6II	7752	I6II	
	3.	002	I610	I606	I616	
	4.	036	I630	I706	I614	
	5.	000	I627	0000	I614	
	6.	000	I610	0000	I606	
	7.	003	I616	0000	I616	
I710	002	I6II	I607	I617		Δy выбор ведомого сигнала $-y \quad y-y$ Δ ведом. > Δ ведущ.
	1.	036	I632	I713	I615	
	2.	000	I63I	0000	I615	
	3.	000	I6II	0000	I607	
	4.	003	I617	0000	I617	

82.	5.	003	I616	I617	0000	Δ ведущ. > 0 ? $\beta = \frac{\Delta \text{ведом.}}{\Delta \text{ведущ.}}$ счетчик Δ ведущей $0-R$ очередной шаг ГП	
	6.	076	I614	I724	0001		
	7.	000	I615	0000	I614		
I720	000	0001	0000	I615			реверс Δ ведущ. \neq Δ ведом. и реверс соответствующих сиг- налов Δ ведущ. > 0 ?
	1.	000	I616	0000	0002		
	2.	000	I617	0000	I616		
	3.	000	0002	0000	I617		
	4.	003	0000	I616	0000		
	5.	076	I642	I664	I613		
	6.	004	I617	I616	I621		
	7.	003	I616	0000	I612		
I730	000	0000	0000	I620			

83.	1.	000	0000	0000	0000	$\Delta = \Delta - 1$ конец Δ ведущ.? $R = R + \beta$ $R < 0,5 ?$
	2.	002	I612	7761	I612	
	3.	036	I614	I664	I622	
	4.	001	I620	I621	I620	
	5.	002	I620	7764	0000	
	6.	036	I640	I741	0001	
	7.	002	I620	7761	I620	
I740	075	I614	I615	I622		$R-1$ } совмещение шага по ведущей и по ведомой $t \text{ const}$ $\Delta > C_2 ?$
	1.	003	0001	7761	0001	
	2.	076	0000	I741	0000	
	3.	003	I616	I641	0000	
	4.	036	I642	I753	0001	

84.	5.	003	I612	I642	0000	$\Delta < C_2 ?$ ускорять замедлять t переменное команда выдачи сигнала на ГП за следующим шагом анализ x
	6.	036	0000	I751	0000	
	7.	003	I613	I643	I613	
I750	056	0000	I752	0000		
	1.	001	I613	I643	I613	
	2.	000	I613	0000	0001	
	3.	003	0001	7761	0001	
	4.	076	0000	I753	0000	
	5.	067	I622	2000	0000	
	6.	000	0000	0000	0000	
	7.	056	0000	I731	0000	
I760	015	I604	7710	0000		

Блок времени /изменение времени, даваемого на отработку шага в зависимости от разгона графо-построителя/

85.	I.	036	0000	I67I	0000	признак конца массива?
	2.	015	I624	0000	I622	запомнено $\mathcal{D}N1$?
	3.	000	I625	0000	I624	$\mathcal{D}N2 - \mathcal{D}N1$
	4.	036	I644	I770	000I	
	5.	067	I634	2000	0000	спуск
	6.	003	000I	776I	000I	время на отработку действия
	7.	076	0000	I766	0000	
I770		015	I604	7747	0000	признак конца линии?
	I.	076	0000	I673	I625	
	2.	000	I634	0000	I625	запомнить $\mathcal{D}N2$
	3.	000	I64I	0000	000I	
	4.	067	I633	2000	0000	подъем

86.	5.	003	000I	776I	000I	время на отработку
	6.	076	0000	I775	I624	
	7.	056	0000	I664	0000	
2000		000	0000	0000	0000	
	I.	070	7070	7070	0000	
	2.	377	7777	7777	7777	
	3.	100	4000	0000	0000	
	4.	101	4000	0000	0000	константы для
	5.	102	4000	0000	0000	
	6.	102	6000	0000	0000	/шага уровней/
	7.	103	5000	0000	0000	
2010		104	5000	0000	0000	

Блок "А" подготовка матрицы и настройка программы

87.	I.	105	5000	0000	0000	
	2.	106	6200	0000	0000	
	3.	107	6200	0000	0000	
	4.	110	6200	0000	0000	
	5.	111	7640	0000	0000	
	6.	112	7640	0000	0000	
	7.	113	7640	0000	0000	
2020		050	0413	0000	7767	начало вызов ИС
	I.	070	7500	2020	0000	
	2.	044	7762	0000	0054	
	3.	004	0054	7762	0054	$\sqrt{2}$
	4.	010	0012	2025	0000	ввод ПК информации

88.	5.	016	2026	750I	7610	перевод 10 - 2
	6.	052	0012	0042	0020	
	7.	000	0000	0000	0000	
2030		000	0000	0000	0000	
	I.	052	0000	0000	0000	очистка места для матрицы
	2.	100	0000	0000	3500	
	3.	112	3466	2032	000I	
	4.	052	0000	0000	0000	
	5.	056	0000	2042	0000	
	6.	072	0000	0000	0000	вызов матрицы с МЛ
	7.	250	0422	0020	7177	
2040		070	3500	2037	0000	

89.	1.	056	0000	2046	0000		
	2.	010	3500	2043	0000	ввод матрицы	
	3.	000	0000	0000	0000		
	4.	016	2045	7501	7610	перевод 10 → 2	
	5.	052	3500	0042	7170		
	6.	000	0000	0000	0000		
	7.	000	0000	0000	0000		
2050	005	0016	0017	0032		$l \cdot n$	Вычисление параметров матрицы
	1.	061	0032	7750	0001	$l \cdot n \quad A_1$	
	2.	055	0001	7734	0043	$l \cdot n - 1 \quad A_1$	
	3.	033	0043	7724	0047		
	4.	055	2070	7704	2070		
90.	5.	033	0047	7724	0002	$l \cdot n - 2$	
	6.	013	2070	0002	2070	формирование цикла	
	7.	000	0000	0000	0000		
2060	055	2077	7704	2077		формирование цикла	
	1.	013	2077	0002	2077		
	2.	000	0000	0000	0000		
	3.	052	0000	0000	0000		
	4.	000	3500	0000	0021	$\left. \begin{array}{l} z \rightarrow z_{min} \\ z_k > z_{min} \\ z_k \rightarrow z_{min} \end{array} \right\} \text{ПОИСК } z_{min}$	
	5.	202	0021	3501	0000		
	6.	036	0000	2070	0000		
	7.	400	3501	0000	0021		
2070	012	0000	2065	0001			
91.	1.	000	0000	0000	0000		
	2.	000	3500	0000	0022	$z_i \rightarrow z_{max}$	
	3.	052	0000	0000	0000		
	4.	202	0022	3501	0000		ПОИСК z_{max}
	5.	076	0000	2070	0000		
	6.	400	3501	0000	0022		
	7.	012	0000	2074	0001		
2100	052	0000	0006	0000			
	1.	002	0022	0021	0025	$z_{max} - z_{min} = \Delta z$	
	2.	076	0015	2110	0030	$\Delta z > 0$	
	3.	077	7070	7070	0000	стоп!	
	4.	000	0000	0000	0000		
92.	5.	104	7400	0000	0000	$A_1 = 15$ уровней	
	6.	106	4300	0000	0000	$A_2 = 35$ уровней	
	7.	000	0000	0000	0000		
2110	652	0000	0000	2115			
	1.	004	0025	0015	0023	$\Delta z / \Delta z \rightarrow \alpha_k$	
	2.	061	0023	7753	0023	число уровней	анализ Δz автоматический выбор
	3.	016	2114	7501	7610	печать исходных параметров	
	4.	072	0013	0027	0032		
	5.	052	0000	0000	0000		
	6.	003	2106	0023	0000		
	7.	076	0000	2124	0000		
2120	400	2003	0000	0015		выбор Δz в сторону увеличения	

93.	1.	II2	00I4	2II0	000I	Цикл по таблице Δz
	2.	077	0000	0000	0000	стоп! не подбирается из таблицы Δz
	3.	056	0000	2I3I	0000	взять Δz заданное
	4.	003	2I05	0023	0000	$\alpha_k > A, ?$
	5.	036	0000	2I35	0000	
	6.	400	2003	0000	00I5	Δz в сторону уменьшения
	7.	II2	00I4	2II0	7777	
2I30	077	0000	0000	0000	0000	стоп! не подбирается
	1.	000	0030	0000	00I5	Δz первоначальное
	2.	0I6	2I33	2III	2II5	определить окончательно число
	3.	000	0000	0000	2II5	урсней и возврат после печати
	4.	000	0000	0000	0000	
94.	5.	004	002I	00I5	0004	
	6.	02I	0004	7753	0005	$N_{min} = z_{min} / \Delta z$ (цел.)
	7.	005	00I5	0005	0026	$N_{min} + \Delta z$
2I40	055	002I	77I2	0000	0000	анализ знака /-/-
	1.	076	0000	2I43	0000	анализ знака /+/-
	2.	00I	0026	00I5	0026	$N_{min} + \Delta z$
	3.	00I	0023	0000	0023	
	4.	005	0023	00I5	003I	$\Delta z = \alpha_k \cdot \Delta z$ - диапазон значений z
	5.	00I	0026	003I	0027	$N_{max} = N_{min} + \Delta z$
	6.	002	00I6	776I	0033	$z-1$
	7.	002	00I7	776I	0034	$n-1$
2I50	006	0033	0034	0035	0035	$(z-1)(n-1)$
95.	1.	002	0035	776I	0035	
	2.	06I	00I6	7750	0044	$z(A_1)$
	3.	055	0044	7734	0044	
	4.	033	0044	7724	0045	
	5.	06I	0035	7750	0050	конечный номер ячейки K_k
	6.	055	0050	7734	0050	
	7.	06I	0034	7750	0046	
2I60	055	0046	7734	0046	0046	
	1.	005	0034	00I6	0052	$(n-1)z$
	2.	06I	0052	7750	0052	
	3.	055	0052	7734	0052	$(n-1)z(A_1)$
	4.	067	0044	0000	005I	
96.	5.	0I5	0044	006I	005I	$z(A_1, A_3)$
	6.	033	005I	7725	0053	
	7.	067	0052	0000	000I	$(z-1)n \rightarrow A_3$
2I70	0I3	0052	000I	0052	0052	
	1.	000	0000	0000	0000	
	2.	000	0000	0000	0000	
	3.	000	0000	0000	0000	
	4.	055	2224	7704	2224	
	5.	0I3	2224	0047	2224	
	6.	055	2233	7704	2233	
	7.	0I3	2233	0047	2233	$z \cdot n - 1$
2200	0I3	2236	0052	2235	2235	

Формирование
нужных
констант

97. 1. 055 2237 7704 2237
 2. 013 2237 0045 2237
 3. 013 2241 0053 2242
 4. 055 2245 7704 2245
 5. 013 2245 0046 2245
 6. 005 0013 0033 0117
 7. 005 0014 0034 0120
 2210 016 2211 0635 0642
 1. 000 0121 0000 0127
 2. 004 0015 7760 0036
 3. 000 0026 0000 0024
 4. 004 0036 7760 0036

формирование цикла по $(l-1)$

формирование цикла по $(n-1)$

$\Delta x (l-1)$
 $\Delta y (l-1)$ } x, y гранич.
 свертка
 T, y гранич.)

N_α
 $\Delta z / 10$

Ликвидация
 особых точек

98. 5. 052 0000 0000 0000
 6. 415 3500 0024 0000
 7. 076 0000 2221 0000
 2220 501 3500 0036 3500
 1. 415 3500 0000 0000
 2. 076 0000 2224 0000
 3. 501 3500 0036 3500
 4. 112 0070 2216 0001
 5. 001 0024 0015 0024
 6. 002 0027 0024 0000
 7. 076 0000 2215 0000
 2230 000 0000 0000 0000

$z_\alpha = N_\alpha ?$

$z_\alpha + 0,1 \Delta z$
 $z_\alpha = 0 ?$

$z_\alpha + 0,1 \Delta z$

Цикл по всем точкам матрицы

цикл по всем уровням (N_α)

99. 1. 052 0000 0000 0000 }
 2. 555 3500 2002 3500 }
 3. 112 0660 2232 0001 }
 4. 052 0000 0000 0000 }
 5. 575 3500 7714 3500 }
 6. 575 3500 7714 3500 }
 7. 112 0077 2235 0001 }
 2240 052 0000 0000 0000 }
 1. 075 3500 7714 3500 }
 2. 075 3500 7714 3500 }
 3. 013 2241 0051 2241 }
 4. 013 2242 0051 2242 }

убрать признак

присвоение признака точкам
 на верхней и нижней границе

присвоение признака границы
 для левой и правой границы
 матрицы

100. 5. 112 0444 2241 0001
 6. 052 0000 0000 0000
 7. 000 0000 0000 0000
 2250 050 0016 2376 7176
 1. 070 3500 2252 0001
 2. 050 4412 2376 7176
 3. 070 3500 2250 0002
 4. 015 0001 0002 0000
 5. 076 0000 2250 0000
 6. 000 0000 0000 0000
 7. 050 0016 0000 1577
 2260 070 0010 2261 0001

запись подготовленной
 матрицы на МБ

запись основной программы
 на МБ

I01.	I.	050	44I2	0000	1577
	2.	070	0010	2257	0002
	3.	015	0001	0002	0000
	4.	076	0000	2257	0000
	5.	000	0000	0000	0000
	6.	056	0000	2332	0000
	7.	000	0000	0000	0000
	2270	050	0016	1774	2400
	1.	070	2000	2272	0001
	2.	050	44I2	1774	2400
	3.	070	2000	2270	0002
	4.	015	0001	0002	0000

обход

I02.	5.	076	0000	2270	0000
	6.	000	0000	0000	0000
	7.	056	0000	2020	0000
	2300	052	0000	0000	0000
	1.	050	04I2	0000	1577
	2.	070	0010	2301	0000
	3.	500	7773	0000	0015
	4.	112	0002	2303	0001
	5.	016	2306	7166	7177
	6.	050	04I2	2376	7176
	7.	070	3500	2306	0000
	2310	016	2131	2311	2110

резерв места
для согласо-
вания с други-
ми СП

I03.	I.	016	23I2	2046	235I
	2.	056	0000	2360	235I
	3.	000	0000	0000	0000
	4.	050	04I2	0000	1577
	5.	070	0010	2314	0000
	6.	000	0000	0000	0000
	7.	056	0000	2020	0000
	2320	652	0000	0000	2115
	1.	170	0000	0000	0000
	2.	270	0000	0000	0000
	3.	370	0000	0000	0000
	4.	470	0000	0000	0000

резерв места
для согласо-
вания с дру-
гими СП

I04.	5.	570	0000	0000	0000
	6.	670	0000	0000	0000
	7.	770	0000	0000	0000
	2330	015	0001	0002	0000
	1.	076	0000	2324	0000
	2.	000	0000	0000	0000
	3.	050	04I2	0000	1577
	4.	070	0010	2333	0000
	5.	000	0000	0000	0000
	6.	050	04I2	2376	7176
	7.	070	3500	2336	0000
	2340	000	0000	0000	0000

чтение основной
программы

чтение матрицы

I05.	I.	000	0026	0000	0024	$N_{min} \rightarrow N_{\alpha}$
	2.	000	0000	0000	0067	$0 \rightarrow N_{c3}$
	3.	052	0002	0000	0066	$0 \rightarrow PAPP$
	4.	000	0000	0000	0060	$0 \rightarrow \alpha$
	5.	000	0000	0000	006I	$0 \rightarrow \beta$
	6.	000	0000	0000	0062	$0 \rightarrow j$
	7.	000	0000	0000	2000	
2350	000	7747	0000	200I		признак начала линии
I.	0I6	2352	0360	0373		
	2.	052	0000	0000	I426	
	3.	000	00I7	0000	2366	$n \rightarrow$ счетчик
	4.	067	0044	0000	000I	$z(A_3)$

I06.	5.	0I3	236I	000I	236I	формирование конец строк
	6.	003	2366	776I	2366	
	7.	036	0000	2364	0000	
2360	0I6	236I	750I	76I0		печать строки
I.	072	3500	0027	3500		
	2.	0I3	236I	005I	236I	
	3.	056	0000	2356	0000	
	4.	056	0000	I00I	0000	на начало счета
	5.	077	0000	0000	0000	
	6.	077	0000	0000	0000	
	7.	077	0000	0000	0000	
2370	050	00I6	I774	2400		начало

Печать
матрицы
по строкам

I07.	I.	070	2000	2372	000I	запись блока "A" на МБ
	2.	050	44I2	I774	2400	
	3.	070	2000	2370	0002	
	4.	0I5	000I	0002	0000	
	5.	076	0000	2370	0000	
	6.	000	0000	0000	0000	
	7.	056	0000	2020	0000	на начало блока "A"
2400	000	0000	0000	0000		исходные точки
I.	000	0000	0000	0000		
	2.	000	0000	0000	0000	интервал bc
	3.	000	0000	0000	0000	
	4.	000	0000	0000	0000	

Блок R
Уплотнение
значений
функции $z(x,y)$

I08.	5.	000	0000	0000	0000	коэффициенты полинома /рабочие ячейки/
	6.	000	0000	0000	0000	
	7.	000	0000	0000	0000	
24I0	000	0000	0000	0000		вертикаль
I.	000	0000	0000	0000	I	
	2.	000	0000	0000	0000	II
	3.	000	0000	0000	0000	III
	4.	000	0000	0000	0000	IV
	5.	000	0000	0000	0000	вертикаль
	6.	000	0000	0000	0000	
	7.	000	0000	0000	0000	II
2420	000	0000	0000	0000		III
						IV

I09.	I.	000	0000	0000	0000	I	вертикаль	}	ϵ_1
	2.	000	0000	0000	0000	II	"		
	3.	000	0000	0000	0000	III	"		
	4.	000	0000	0000	0000	IV	"		
	5.	000	0000	0000	0000	I	вертикаль	}	ϵ_2
	6.	000	0000	0000	0000	II	"		
	7.	000	0000	0000	0000	III	"		
2430		000	0000	0000	0000	IV	"		
	I.	000	0000	0000	0000	ρ_i	- промежуточ. знач. функции		
	2.	000	0000	0000	0000	δx	- шаг по горизонтали		
	3.	000	0000	0000	0000	x_i	- счетчик гориз. отрезков		
	4.	000	0000	0000	0000	δy	- шаг по вертикали		

II0.	5.	000	0000	0000	0000	v_z	- счетчик вертик. отрезков		
	6.	000	0000	0000	0000	K_k	- номер послед. ячейки сетки		
	7.	000	0000	0000	0000	y_k			
2440	000	0000	0000	0000	0000	z	начальное	}	исходной сетки
	I.	000	0000	0000	0000	n	начальное		
	2.	000	0000	0000	0000	ω	- число разбиений Δx		
	3.	000	0000	0000	0000	S	- число разбиений Δy		
	4.	000	0000	0000	0000	$[(i-1)\omega-1][j(n-1)s+1]$	- число точ. размельч. мат.		
	5.	000	0000	0000	0000	k	- номер ячейки		
	6.	000	0000	0000	0000	$(i-1)(n-1)$			
	7.	000	0000	0000	0000	$(i-1)\omega+1 = z_i$	- число точек в строке		
2450	000	0000	0000	0000	0000	z_k	число столбцов и строк до левого нижнего угла ячейки K		

III.	I.	000	0000	0000	0000	n_k	}	рабочие ячейки функции $P(x, y)$
	2.	000	0000	0000	0000	$z-1$		
	3.	000	0000	0000	0000	$n-1$		
	4.	000	0000	0000	0000	ρ		
	5.	000	0000	0000	0000	v		
	6.	000	0000	0000	0000	$z-3$		
	7.	000	0000	0000	0000	$n-3$		
2460	005	7763	2402	0001	0001			
	1.	002	2403	0001	0002			
	2.	005	7763	2401	0001			
	3.	001	0002	0001	0002			
	4.	002	0002	2400	0002			

ABC2

$$\epsilon_3 = \frac{2-3C+3B-A}{2\Delta^3}$$

II2.	5.	001	2404	2404	0004	}	$\epsilon_2 = \frac{2-B-C+A}{4\Delta^2} - \frac{3}{2}\epsilon_3 \cdot (2y_k + \Delta)$
	6.	005	0004	2404	0003		
	7.	005	0003	2404	0001		
2470	004	0002	0001	2405	2406		
	1.	002	2403	2401	2406		
	2.	002	2406	2402	2406		
	3.	001	2406	2400	2406		
	4.	004	2406	0003	2406		
	5.	001	2437	2437	0001		
	6.	001	0001	2404	0002		
	7.	005	2405	0002	0001		
2500	005	7763	0001	0001	0001		

II3. I. 002 2406 0001 2406 }
 2. 004 2406 7762 2406 }
 3. 002 2402 2400 0002 }
 4. 000 0000 0000 0000 }
 5. 004 0002 0004 0002 }
 6. 001 2406 2406 0003 }
 7. 005 7763 2405 0001 }
 2510 005 0001 2437 0001 }
 I. 001 0003 0001 0001 }
 2. 005 2437 0001 0001 }
 3. 002 0002 0001 2407 }
 4. 005 2437 2407 0001 }

$$\delta_1 = \frac{C-A}{2\Delta} - y_k (2\delta_2 + 3\delta_3 y_k)$$

II4. 5. 002 2401 0001 0002 }
 6. 005 2437 2437 0003 }
 7. 005 0003 2406 0001 }
 2520 002 0002 0001 0002 }
 I. 005 0003 2437 0003 }
 2. 005 0003 2405 0001 }
 3. 002 0002 0001 2410 }
 4. 070 0000 0000 0000 }
 5. 077 0000 0000 0000 }
 6. 077 0000 0000 0000 }
 7. 001 2402 2402 0001 }
 2530 002 2401 0001 0001 }

$$\delta_0 = B - y_k \delta_1 - y_k^2 \delta_2 - y_k^3 \delta_3$$

возврат

BCD

II5. I. 001 0001 2403 0001 }
 2. 001 2404 2404 0003 }
 3. 005 2404 0003 0002 }
 4. 005 2404 0002 0002 }
 5. 004 0001 0002 2405 }
 6. 005 7763 2437 0002 }
 7. 001 0002 2404 2406 }
 2540 002 0000 2405 0001 }
 I. 005 0001 2406 2406 }
 2. 002 2402 2401 0001 }
 3. 004 0001 2404 2407 }
 4. 001 0003 0002 0001 }

$$\delta_3 = \frac{B-2C+\Delta}{2\Delta^3}$$

$$\delta_2 = -\delta_3 (3y_k + \Delta)$$

$$\delta_1 = \frac{C-B}{\Delta} + \delta_3 y_k (2\Delta + 3y_k)$$

II6. 5. 005 2437 0001 0001 }
 6. 005 2405 0001 0001 }
 7. 001 2407 0001 2407 }
 2550 006 2407 2437 2410 }
 I. 002 2401 2410 2410 }
 2. 005 2437 2437 0001 }
 3. 005 2405 0001 0003 }
 4. 005 0003 2404 0001 }
 5. 001 2410 0001 2410 }
 6. 001 0003 0003 0001 }
 7. 005 0001 2437 0001 }
 2560 001 2410 0001 2410 }

$$\delta_0 = B - \delta_1 y_k + \delta_3 y_k^2 \Delta + 2\delta_3 y_k^3$$

ABC

II7.	1.	000	0000	0000	0000
	2.	000	0000	0000	0000
	3.	070	0000	0000	0000
	4.	001	2401	2401	2405
	5.	002	2405	2402	2405
	6.	002	2405	2400	2405
	7.	001	2404	2404	0003
2570	005	0003	2404	0001	
	1.	005	0001	2404	0001
	2.	004	2405	0001	2405
	3.	005	7763	2437	0002
	4.	002	0002	0003	2406

$$b_3 = \frac{2B-C-A}{2A^2}$$

$$b_2 = b_3 \cdot (3y_k - 2\Delta)$$

II8.	5.	005	2405	2406	2406
	6.	002	2402	2400	2407
	7.	004	2407	0003	2407
2600	001	0003	0003	0001	
	1.	000	0000	0000	0000
	2.	001	0001	0002	0001
	3.	005	2437	0001	0001
	4.	005	2405	0001	0001
	5.	001	2407	0001	2407
	6.	005	2407	2437	2410
	7.	002	2401	2410	2410
2610	001	2404	2437	0001	

$$b_1 = \frac{C-A}{2\Delta} + b_3 \cdot y_k (4\Delta + 3y_k)$$

$$b_0 = (B - b_1 y_k) + 2b_3 \cdot y_k^2 (\Delta y + y_k)$$

II9.	1.	005	2437	0001	0001
	2.	005	2437	0001	0001
	3.	005	2405	0001	0001
	4.	001	0001	0001	0001
	5.	001	2410	0001	2410
	6.	000	0000	0000	0000
	7.	003	0000	0000	0000
2620	001	0000	0000	0000	
	1.	002	0000	0000	0000
	2.	003	0000	0000	0000
	3.	004	0000	0000	0000
	4.	005	0000	0000	0000

возврат

I20.	5.	006	0000	0000	0000
	6.	007	0000	0000	0000
	7.	003	2452	7762	2456
2630	003	2453	7762	2457	
	1.	056	0000	2633	2445
	2.	001	2445	7761	2445
	3.	003	2445	2436	0000
	4.	076	0014	3226	2404
	5.	000	0000	0000	0000
	6.	004	2445	2452	0001
	7.	021	0001	7753	2451
2640	005	2452	2451	0001	

2-3

n-3

0 → κ на размельчение

κ + 1

Очередная ячейка / блок R₂ /Δy → Δ; κ > κ_κ

$$n_\kappa = \frac{\kappa}{2-1} \quad \text{целое}$$

I21.	1.	002	2445	0001	2450	$z_k = k - (l-1) \cdot n_k$
	2.	056	0000	3134	0000	на формирование адреса засылки
	3.	001	0000	0000	0000	
	4.	002	0000	0000	0000	
	5.	003	0000	0000	0000	
	6.	003	0000	0000	0000	
	7.	000	0000	0000	3046	убрать обход IU вертикали
2650	003	2450	7761	0000		Анализ ячейки K
	1.	076	0000	2654	2675	$z_k < 1 ?$
	2.	016	3040	2653	2675	I вертикали нет
	3.	016	2772	2662	2760	горизонталы типа ВСД
	4.	003	2456	2450	0000	
I22.	5.	076	0000	2660	3046	$z_k > l-3 ?$
	6.	016	3053	2657	3046	IУ вертикали нет
	7.	016	2762	2662	2760	горизонталы типа АВС
2660	000	0000	0000	0000	0000	вертикали есть все
	1.	016	2766	2662	2760	горизонталы типа АВСД
	2.	003	2451	7761	0000	
	3.	076	0000	2666	0000	$n_k < 1$
	4.	016	2742	2674	2730	вертикали типа ВСД
	5.	000	0000	0000	0000	
	6.	003	2457	2451	0000	
	7.	076	0000	2672	0000	$n_k > n-3$
2670	016	2732	2674	2730		вертикали типа АВС
I23.	1.	000	0000	0000	0000	
	2.	016	2736	2674	2730	вертикали типа АВСД
	3.	000	0000	0000	0000	
	4.	016	2675	2702	2716	за I вертикалью
	5.	000	0000	0000	0000	обход
	6.	016	3040	2730	2754	расчет I вертикали
	7.	000	0000	0000	0000	
2700	130	0000	0000	0000		
	1.	114	0000	0000	0000	
	2.	001	2445	2451	0001	формирование
	3.	061	0001	2700	0002	выборки точек
	4.	072	0000	0002	0000	I вертикали
						$k + n_k \rightarrow PA$
I24.	5.	652	3300	0000	2710	PA вертикали I
	6.	052	0001	0000	2747	PA вертикали I
	7.	000	0000	0000	0000	
2710	052	0000	0000	0000		$k + n_k + \dots 1, + 1 \dots$
	1.	400	7777	0000	2400	$\langle PA - l - 1 \rangle \rightarrow A$
	2.	400	7777	0000	2401	$\langle PA - 1 \rangle \rightarrow B$
	3.	400	7777	0000	2402	$\langle PA + l - 1 \rangle \rightarrow C$
	4.	400	7777	0000	2403	$\langle PA + 2l - 1 \rangle \rightarrow D$
	5.	652	0001	0000	2710	PA + I / для очередной вертикали/
	6.	007	0000	0000	0000	возврат
	7.	007	0000	0000	0000	
2720	061	2440	2701	0001		$l \rightarrow A1$
						Очередная вертикаль

125.	1.	033	2711	0001	2711	} формирование команд засылки x вертикалей в рабочие ячейки А, В, С, Д
	2.	013	2713	0001	2713	
	3.	013	2714	0001	2714	
	4.	013	2714	0001	2714	
	5.	004	0013	2442	2432	$\delta x = \Delta x / i0$ шаг интерполяции $\delta y = \Delta y / 5$ по оси x и y
	6.	004	0014	2443	2434	
	7.	056	0000	2627	0000	
2730	01	60000	7740	00		ключ вертикалей K, B
	1.	000	0000	0000	0000	0- y_x ABC вертикаль
	2.	000	0000	0000	0000	
	3.	000	0000	0000	0000	
	4.	016	2747	2564	2617	
						Расчет коэффициентов полинома
126.	5.	000	0000	0000	0000	ABCD вертикаль
	6.	000	0000	0000	0000	
	7.	000	0000	0000	0000	
2740	016	2747	2460	2524		
	1.	000	0000	0000	0000	ВСД вертикаль
	2.	000	0000	0000	0000	
	3.	000	0000	0000	0000	
	4.	016	2747	2527	2562	
	5.	000	0000	0000	0000	
	6.	000	0000	0000	0000	
	7.	072	0000	2710	0000	РА очередной вертикали
2750	100	2405	0000	2410		засылка β_3
127.	1.	100	2406	0000	2414	— " — β_2
	2.	100	2407	0000	2420	— " — β_7
	3.	100	2410	0000	2424	— " — β_0
	4.	007	0000	0000	0000	возврат
	5.	007	0000	0000	0000	
	6.	007	0000	0000	0000	
	7.	007	0000	0000	0000	
2760	070	0000	0000	0000		ключ горизонталей K, Γ
	1.	000	0000	0000	0000	
	2.	000	0000	0000	0000	
	3.	000	0000	0000	0000	
	4.	016	2777	2564	2617	ABC горизонталь
128.	5.	000	0000	0000	0000	
	6.	000	0000	0000	0000	
	7.	000	0000	0000	0000	
2770	016	2777	2460	2524		ABCD горизонталь
	1.	000	0000	0000	0000	
	2.	000	0000	0000	0000	
	3.	000	0000	0000	0000	
	4.	016	2777	2527	2562	ВСД горизонталь
	5.	000	0000	0000	0000	
	6.	000	0000	0000	0000	
	7.	070	0000	0000	0000	возврат
3000	070	0000	0000	0000		

I29.	1.	000	0000	0000	0000	установка счетчиков	Блок R_s
	2.	000	0000	0000	0000		
	3.	000	0000	0000	0000		
	4.	000	0000	0000	0000		
	5.	000	0000	0000	2435		
	6.	000	0000	0000	2433		
	7.	000	0000	0000	0000		
3010	003	0014	2435	0000		$\Delta y \rightarrow v_s$ $v_s \rightarrow v$ /аргумент;/конец вертикали?	Расчет точек А, В, С, Д горизонталей
	1.	036	2435	2632	2455		
	2.	000	0000	0000	0000		
	3.	016	3014	3065	3064		
	4.	000	0000	0000	0000	засылка коэффициентов I вертикали обход точки А	
I30.	5.	016	3016	3070	3101	расчет $\rho(v)$	
	6.	000	2454	0000	2400	$\rho(v) \rightarrow A$	
	7.	016	3020	3056	3064	коэффициенты II вертикали	
3020	016	3021	3070	3101		расчет $\rho(v)$	
	1.	000	2454	0000	2401	$\rho(v) \rightarrow B$	
	2.	016	3023	3056	3064	коэффициенты III вертикали	
	3.	016	3024	3070	3101	$\rho(v)$	
	4.	000	2454	0000	2402	$\rho(v) \rightarrow c$	
	5.	000	0000	0000	0000	обход	
	6.	016	3027	3056	3064	коэффициенты IV вертикали	
	7.	016	3030	3070	3101	$\rho(v)$	
3030	000	2454	0000	2403		$\rho(v) \rightarrow d$	
I31.	1.	001	2435	2434	2435	$v_s = v_s + \delta y$ /для следующей горизонт./	
	2.	000	0013	0000	2404	$\Delta x \rightarrow \Delta$	
	3.	016	3034	2760	2777	расчет коэффициентов горизонтали	
	4.	000	0000	0000	0000		
	5.	056	0000	3104	2433	$0 \rightarrow x_i$ на расчет строки	
	6.	000	0000	0000	0000		
	7.	000	0000	0000	0000		
3040	016	3041	2710	2716		за II вертикалью	
	1.	052	0002	0000	2747	РА для засылки коэффициентов	
	2.	016	3043	2730	2754	расчет вертикали /коэффициентов/	
	3.	016	3044	2710	2716	за III вертикалью	
	4.	052	0003	0000	2747	расчет и засылка коэффициентов	
I32.	5.	016	3046	2730	2754	переключатель за IV вертикалью расчет и засылка коэффициентов	Засылка коэффициентов вертикалей
	6.	000	0000	0000	0000		
	7.	016	3050	2710	2716		
3050	052	0004	0000	2747			
	1.	016	3052	2730	2754		
	2.	000	0000	0000	0000		
	3.	000	0000	0000	0000		
	4.	056	0000	3004	0000	на расчет горизонталей	
	5.	000	0000	0000	0000		
	6.	052	0000	0000	0000	РА вертикали	
	7.	400	2410	0000	2415	ϵ_3	
3060	400	2414	0000	2406		ϵ_2	

133.	1.	400	2420	0000	2407	δ_1
	2.	400	2424	0000	2410	δ_0
	3.	652	0001	0000	3056	РА вертикали
	4.	000	0000	0000	0000	возврат
	5.	032	0000	3057	0001	РА для I вертикали
	6.	000	0000	0000	0000	
	7.	000	0000	0000	0000	
	3070	000	2410	0000	2454	
	1.	005	2407	2455	0001	} $P(x_i v) = \delta_0 + \delta_1 \cdot v + \delta_2 v^2 + \delta_3 v^3$
	2.	005	2455	2455	0002	
	3.	001	2454	0001	2454	
	4.	005	2406	0002	0001	
134.	5.	001	2454	0001	2454	
	6.	005	0002	2455	0002	
	7.	005	2405	0002	0001	
	3100	001	2454	0001	2454	
	1.	000	0000	0000	0000	
	2.	070	0000	0000	0000	возврат
	3.	000	0000	0000	0000	
	4.	003	0013	2433	0000	начало блока
	5.	036	2433	3144	2455	$x_i - v$; конец строки?
	6.	016	3107	3070	3101	расчет $P(v)$
	7.	000	2454	0000	0000	
	3110	000	2454	0000	0000	засылка $z = P(v)$ на свое место в размельченной матрице
135.	1.	001	2433	2432	2433	$x_i + \delta x \rightarrow x_i$
	2.	013	3110	7721	3110	$+ 1A_3$ / форми. адреса для след. точки/
	3.	000	0000	0000	0000	
	4.	056	0000	3104	0000	цикл
	5.	000	0000	0000	0000	
	6.	000	0000	0000	0000	
	7.	000	0000	0000	0000	
	3120	000	2454	0000	3500	базовая команда / A_M - адрес нач. матрицы/
	1.	144	0000	0000	0000	
	2.	000	2454	0000	0000	
	3.	000	0000	0000	0000	
	4.	000	0000	0000	0000	$w \cdot (i-1) + 1$ - число узлов в строке
136.	5.	000	0000	0000	0000	$S \cdot n_K$ - число строк до ячейки K
	6.	000	0000	0000	0000	$w \cdot L_K$ - число узлов до левого угла яч. K
	7.	000	0000	0000	0000	$w \cdot (L-1) + 1$ (δA_3)
	3130	005	2442	2452	3124	начало блока R_i адресов засылки в размельченную матр.
	1.	001	3124	7761	3124	$w \cdot (L-1) + 1$
	2.	061	3124	3121	3127	сдвиг в A_3
	3.	056	0000	2720	0000	
	4.	005	2443	2451	3125	адрес i точки ячейки K
	5.	005	2442	2450	3126	
	6.	005	3124	3125	0001	$A_i = A_M + [w \cdot (L-1) + 1] \cdot S \cdot n_K +$
	7.	001	0001	3126	0001	$+ [w \cdot (L-1) + 1] \cdot S_i + w \cdot L_K + w_i$
	3140	061	0001	3121	3122	

I37.	1.	013	3120	3122	3122		
	2.	056	3122	2646	3110		пересылка команды; на R_5
	3.	000	0000	0000	0000		
	4.	013	3122	3127	3122		формирование адреса засылки z
	5.	000	3122	0000	3110		для очередной строки
	6.	056	0000	3010	0000		на расчёт А,В,С,Д /блок R_5 /
	7.	000	0000	0000	0000		
3150		000	0000	0000	0000		начало блока R
	1.	000	0000	0000	0000		
	2.	000	0000	0000	0000		
	3.	000	0000	0000	0000		
	4.	016	3155	2270	2276		запись на МБ блока А
Блок R_5 подготовка к счету							
I38.	5.	016	3156	2020	2024		вызов ИС, вычисление $\frac{\sqrt{2}}{2}$
	6.	010	0010	3157	0000		ввод ПК информации
	7.	016	3160	7501	7610		перевод IO \rightarrow 2
3160		052	0010	0042	0020		
	1.	003	0010	3121	2442		целая часть w
	2.	003	0000	2442	0000		
	3.	076	0000	3167	0000		$w > 0$?
	4.	003	0011	3121	2443		целая часть S
	5.	003	0000	2443	0000		
	6.	036	0000	3170	0000		$S > 0$?
	7.	077	0010	0011	0000		стоп! неверная информация
3170		003	0016	3121	2440		z целое
I39.	1.	003	0017	3121	2441		n целое
	2.	003	2440	7761	2452		$z-1 > 0$
	3.	036	0000	3200	0000		
	4.	003	2441	7761	2453		$n-1 > 0$
	5.	076	0000	3200	0000		
	6.	077	0016	0017	0000		стоп!
	7.	000	0000	0000	0000		
3200		005	2452	2453	2446		$(z-1)(n-1)$
	1.	005	2452	2442	0001		$(z-1) \cdot w$
	2.	001	0001	7761	2447		$z' = (z-1)w + 1$
	3.	000	2447	0000	0016		$z' - z$
	4.	005	2453	2443	0017		$(n-1) \cdot S$
} контроль параметров исходной матрицы							
} новое число столбцов							
I40.	5.	001	0017	7761	0017		$n = (n-1) \cdot S + 1$ новое число строк
	6.	005	0016	0017	2444		
	7.	003	3212	2444	0000		$z \cdot n > 3500_8$
3210		076	0000	3214	0000		
	1.	077	2444	0000	0000		стоп! матрица не поместится в РП
	2.	114	3500	0000	0000		
	3.	000	0000	0000	0000		
	4.	000	2446	7761	2436		$K_x = (z-1)(n-1)$
	5.	000	0000	0000	0000		
	6.	000	0000	0000	0000		
	7.	010	3300	3220	0000		ввод исходной матрицы
3220		016	3221	7501	7610		

I4I.	1.	052	3300	0042	3470	перевод IO → 2
	2.	000	0000	0000	0000	
	3.	000	0000	0000	0000	
	4.	056	0000	3130	0000	на начало блока R,
	5.	000	0000	0000	0000	
	6.	000	2432	0000	0013	$\delta x \rightarrow \Delta x$
	7.	056	2434	2047	0014	$\delta y \rightarrow \Delta y$ в блок A
3230		000	0000	0000	0000	
	1.	000	0000	0000	0000	
	2.	000	0000	0000	0000	
	3.	000	0000	0000	0000	
	4.	000	0000	0000	0000	
		204	1713	0047	7505	KΣ

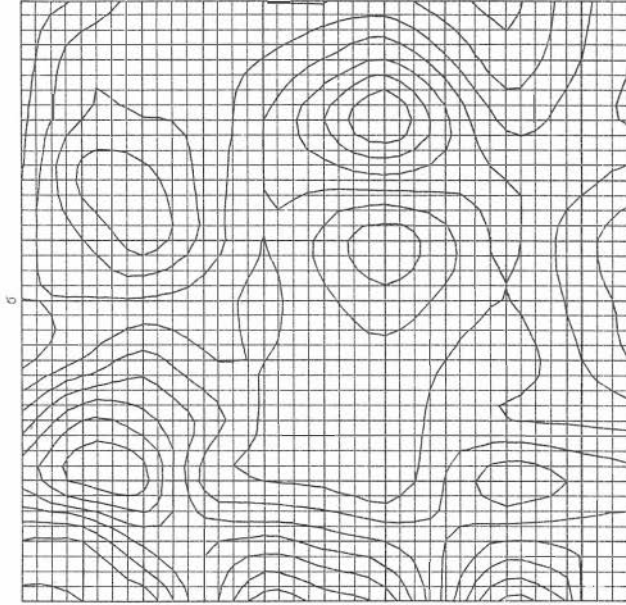
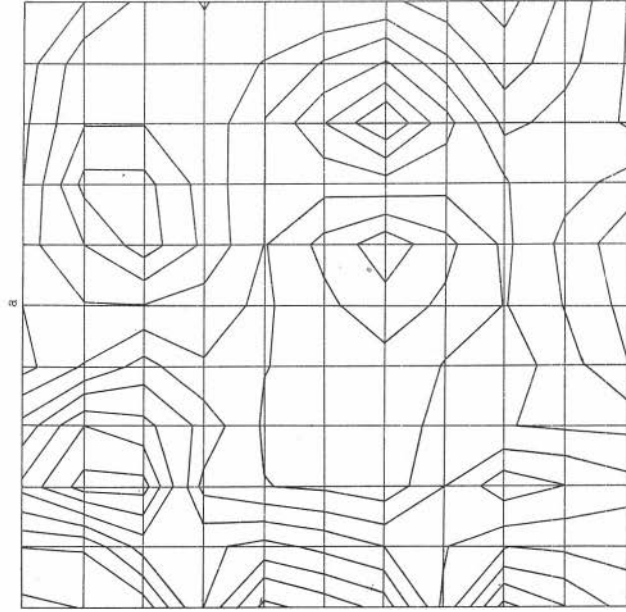


Рис. 31. Изолинии поля, вычерченные графопроектором в виде ломаных а) без размытия, б) с размытием.

ТЕСТОВЫЙ ПРИМЕР

0	0	2	-20	-40	-35	-30	-5	20	5	-10
-25	-20	-10	-10	-20	-16	-10	-2	30	2	-30
-50	-40	-20	0	3	0	10	0	40	0	-50
-40	-12	20	5	-20	-12	0	5	15	15	10
-27	15	60	10	-40	-25	-10	-10	-12	30	70
-30	0	30	5	-20	-12	-5	-5	-3	40	85
-30	-15	0	0	0	3	0	-2	0	50	100
-15	-20	-25	-25	-27	-8	0	25	10	42	45
-20	-25	-30	-50	-53	-15	20	50	80	35	-10
0	-25	-30	-50	-30	-15	0	60	80	0	-15
5	7	3	0	-10	-15	-20	20	50	0	-20

Значения поля в узлах квадратной сетки (тестовый пример)

ПК инф 1

$$\delta = 2$$

$$\Delta x = 20$$

$$\Delta y = 20$$

$$\Delta z = 5$$

$$l = 11$$

$$n = 11$$

$$m = 5$$

ПК инф 2

$$w = 4$$

$$\xi = 4$$

$$\delta = 2$$

$$\Delta x = 20$$

$$\Delta y = 20$$

$$\Delta z = 5$$

$$l = 11$$

$$n = 11$$

$$m = 5$$

Перфокарты информации к
тестовому примеру

ТЕСТОВАЯ МАТРИЦА

- | | | |
|--|--|---|
| <p>I. ++ 500000000 +0I
 ++ 700000000 +0I
 ++ 300000000 +0I
 ++ 000000000 +00
 +- 100000000 +02
 +- 150000000 +02
 +- 200000000 +02
 ++ 200000000 +02
 ++ 500000000 +02
 ++ 000000000 +00
 +- 200000000 +02</p> | <p>5. +- 300000000 +02
 +- 150000000 +02
 ++ 000000000 +00
 ++ 000000000 +00
 ++ 000000000 +00
 ++ 300000000 +0I
 ++ 000000000 +00
 ++ 200000000 +0I
 ++ 000000000 +00
 ++ 500000000 +02
 ++ 100000000 +03</p> | <p>9. +- 500000000 +02
 +- 400000000 +02
 +- 200000000 +02
 ++ 000000000 +00
 ++ 300000000 +0I
 ++ 000000000 +00
 ++ 100000000 +02
 ++ 000000000 +00
 ++ 400000000 +02
 +- 000000000 +00
 +- 500000000 +02</p> |
| <p>2. ++ 000000000 +00
 +- 250000000 +02
 +- 300000000 +02
 +- 500000000 +02
 +- 300000000 +02
 +- 150000000 +02
 ++ 000000000 +00
 ++ 600000000 +02
 ++ 800000000 +02
 ++ 000000000 +00
 +- 150000000 +02</p> | <p>6. +- 300000000 +02
 +- 000000000 +00
 ++ 300000000 +02
 +- 500000000 +0I
 +- 200000000 +02
 +- 120000000 +02
 +- 500000000 +0I
 +- 500000000 +0I
 +- 300000000 +0I
 +- 400000000 +02
 +- 850000000 +02</p> | <p>10. +- 250000000 +02
 +- 200000000 +02
 +- 100000000 +02
 +- 100000000 +02
 +- 200000000 +02
 +- 160000000 +02
 +- 100000000 +02
 +- 200000000 +0I
 +- 300000000 +02
 +- 200000000 +0I
 +- 300000000 +02</p> |
| <p>3. +- 200000000 +02
 +- 250000000 +02
 +- 300000000 +02
 +- 500000000 +02
 +- 530000000 +02
 +- 150000000 +02
 ++ 200000000 +02
 +- 500000000 +02
 ++ 800000000 +02
 ++ 350000000 +02
 +- 100000000 +02</p> | <p>7. +- 270000000 +02
 ++ 150000000 +02
 ++ 600000000 +02
 ++ 100000000 +02
 +- 400000000 +02
 +- 250000000 +02
 +- 100000000 +02
 +- 100000000 +02
 +- 120000000 +02
 +- 300000000 +02
 +- 700000000 +02</p> | <p>11. ++ 000000000 +00
 ++ 000000000 +00
 ++ 200000000 +0I
 +- 200000000 +02
 +- 400000000 +02
 +- 350000000 +02
 +- 300000000 +02
 +- 500000000 +0I
 ++ 200000000 +02
 ++ 500000000 +0I
 +- 100000000 +02</p> |
| <p>4. +- 150000000 +02
 +- 200000000 +02
 +- 250000000 +02
 +- 250000000 +02
 +- 270000000 +02
 +- 800000000 +0I
 ++ 100000000 +0I
 ++ 250000000 +02
 ++ 100000000 +02
 ++ 420000000 +02
 ++ 450000000 +02</p> | <p>8. +- 400000000 +02
 +- 120000000 +02
 ++ 200000000 +02
 +- 500000000 +0I
 +- 200000000 +02
 +- 120000000 +02
 ++ 000000000 +00
 ++ 500000000 +0I
 +- 150000000 +02
 ++ 150000000 +02
 ++ 100000000 +02</p> | |

ВЫДАЧА НА ПЕЧАТЬ.
(Вариант с размельче

Печать параметров

Δx	Δy	Δz	Z
++01500000000	++01500000000	++01500000000	++02410000000
++09000000030	++19000000000	++03156703125	++19000000000

Размельченная

++01506000000	++01564062500	++01637500000	++01692187500
++01300000000	++01234375000	++01187500000	++01218750000
++01995000000	++02116015625	++02128125000	++02138671875
++02199500000	++02129296875	++021218750000	++01944843750
++02500600000	++02424218750	++02281249999	++02122662500
++02200000000	++01410156250		
++01410156250	++01260168457	++01107714843	++00398071289
++01602343750	++01784802246	++0210061328	++02121300048
++02149296875	++02150324096	++02150434570	++02150151977
++02149500000	++01625493282	++01639648438	++02198925781
++02582031250	++02485348511	++02315014648	++02130630493
++02387500000	++01343750000		
*****	*****	*****	*****
++01500000000	++01687500000	++00125000000	++00140625000
++01200000000	++01165937500	++01762500000	++02140781250
++02399500000	++02405078125	++02396250000	++02368359375
++02299500000	++02251562500	++02187500000	++02117187500
++02200600000	++02190625000	++02150500000	++01968750000
++01995000000	++00000000000		

Начальные

РАЗДАНТЕЛЯ	M_c	$\#$
---2---	++19,.....	++02550000000
РАЗДАНТЕЛЯ	M_c	$\#$
---2---	++19,.....	++02500000000
++01468750000	++03155000000	РАЗДАНТЕЛЯ ИЗОЛИНН
---2---	++19,.....	++19,.....
++01267187500	++03150000000	++02450000000
---2---	++19,.....	---2---
++02650000000	++03118164062	++02400000000
++19,.....	++02400000000	++03200000000
++03199492187	++2++++++	++03154796875
*****	*****	*****

Печать параметров

++02200000000	++02200000000	++01500000000	++02110000000
++09000000030	++19000000000	++03153000000	++19000000000

Начальные

---2---	++19,.....	++02500000000	++02800000000
РАЗДАНТЕЛЯ	ИЗОЛИНН	M_c	$\#$
---2---	++19,.....	++02450000000	++02600000000
++01989643750	++03160000000	---2---	++19,.....
---2---	++19,.....	++02400000000	++02600000000
++02193984375	++03160000000	---2---	++19,.....
*****	*****	*****	*****

ТЕСТОВЫЙ ПРИМЕР.
(Имя и оглавление)

размещенной матрицы

+++02410000000	+++01800000000	+++02555312500	+++03101171875
+-I9000000000	+++01500000000	+-I9000000000	+++04168100000

матрица по строкам

+-+01708000000	+-+01639843750	+-+0153125 0000	+-+01407031250
+-I9000000000	+-+01212500000	+-+01487500000	+-+01768750000
+-+02149500000	+-+021713046875	+-+02203125000	+-+02219140625
+-+02200600000	+-+02300781250	+-+02406250000	+-+02483693750
+-I9000000000	+-+01710937500	+-+02118750000	+-+02157031250

+-+01175000000	+-+01285021972	+-+01377441406	+-+01475476074
+-+02136718750	+-+02144635009	+-+02147744140	+-+02148485107
+-+02149500000	+-+02160870971	+-+02178901367	+-+02182481079
+++0231718750	+++02412924194	+++02512622070	+++02579446411
+-+00820312500	+-+01819213368	+-+02123635156	+-+02152307128

-----	-----	-----	-----
+-+01500000000	+-+00921875000	+-+01237500000	+-+01314062500
+-+02193500000	+-+02257265625	+-+02316875000	+-+02368046875
+-+02349499999	+-+02342387500	+-+02337500000	+-+02326562500
+-+04495000000	+-+01218750000	+-+02100500000	+-+02165625000
+-+01506000000	+-+01125000000	+-+01250000000	+-+01625000000

Точки изолиний

y	РАЗДЕЛЕНИЕ УРОВНЕЙ		
+++02343515625	+++2+++++		
y	РАЗДЕЛЕНИЕ	ИЗОЛИНИЙ	N_{α}
+++02235390625	---2---	+++I9,.....	+++02500000000
+-+02500000000	+++03200000000	+++03160367187	+++2+++++
+++02165703125	---2---	+++I9,.....	+-+02450000000
+-+02450000000	+++03200000000	+-+03157343750	+++2+++++
+++02146015625	---2---	+++I9,.....	+-+02400000000
+-+02400000000	+++01307031250	+++03145000000	---2---
---2---	+++I9,.....	+-+02400000000	+++02850000000
-----	-----	-----	-----

(оглавление)

+++02110000000	+++01800000000	+-+02530000000	+++03100000000
+-I9000000000	+++01500000000	+-I9000000000	+++03121000000

Точки изолиний

+++02373906250	+++2+++++		
y	РАЗДЕЛЕНИЕ	ИЗОЛИНИЙ	N_{α}
+++02180156250	---2---	+++I9,.....	+-+02450000000
+-+02450000000	+++03200000000	+++03158343750	+++2+++++
+++02160156250	---2---	+++I9,.....	+-+02400000000
+-+02400000000	+++03200000000	+++0315679667	+++2+++++
-----	-----	-----	-----

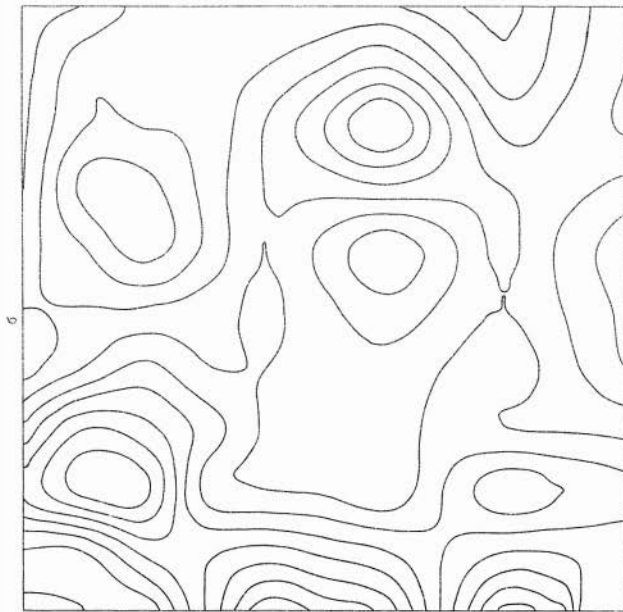
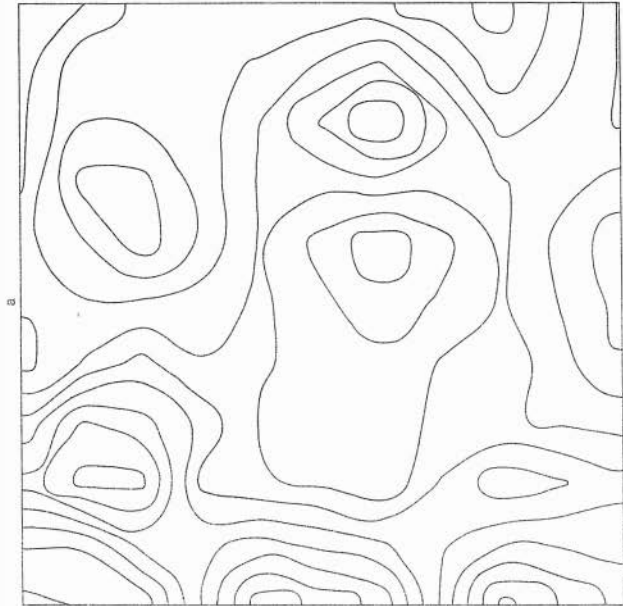


Рис. 32. Изолинии поля, вычерченные графопротригелем плавно
а) со сталевазцем, б) с размельчением и отглаживанием.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будняк А.А., Петренко А.И., Сигорский В.П. - Автоматизация ввода и вывода геолого-геофизической информации для ЭЦВМ. Труды Укр. геол.-разв. ин-та, 1968, вып. 22.
2. Герасимова и др. Автоматический вывод геолого-геофизической графической информации на ЭЦВМ. ИГиГ СО АН СССР, СНИИГТМС МГ., Новосибирск, 1968.
3. Головкин и др. Моделирование на ЭВМ обработки геолого - геофизических полей. Программа "Изолиния-2", ИГиГ, НГУ, СНИИГТМС Новосибирск, 1970.
4. Дядюра В.А., Будняк А.А., Петренко А.И. - Автоматическое построение геофизических карт и графиков. В сб. Геофизические исследования на Украине. Киев, 1969.
5. Крамак В.С., Перфильев Л.Г. - Программное обеспечение устройства "Атлас". Алма-Ата, 1968.
6. Литвиненко О.К., Русьянов Ю.Г. - Построение геофизических карт с помощью электронных цифровых вычислительных машин, ОНТИ ВИЭМС, Москва, 1967.
7. Ляшенко В.Ф. Программирование для цифровых вычислительных машин М-20, БЭСМ-3М, БЭСМ-4, М-220. Сов. радио, М, 1967.
8. Миллер Р.А., Кан Д.С. - Статистический анализ в геологических науках, Москва, Мир, 1965.
9. Романенко Ю.А., Шемякин М.Л. - Построение плавных графиков геолого-геофизических функций с помощью алгебраических полиномов третьего порядка. Проблемы региональной геологии и петрографии и методы геохимических и геофизических исследований. Изд. "Наука", Новосибирск, 1969.
10. Романенко Ю.А., Богданова А.Ф. Алгоритмы уплотнения значений функции двух переменных методом аппроксимации полиномами третьего порядка. Материалы по геологии, геофизике и полезным ископаемым Сибири, Зап. Сиб. НТО Горное, Новосибирск, 1970.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

ВЫЧЕРЧИВАНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ КАРТ ИЗОЛИНИЙ С ПОМОЩЬЮ ЦВМ И ГРАФОПОСТРОИТЕЛЕЙ	5
п. 1. Формулировка вопроса. Определения. Предложения.	5
п. 2. Метод уплотнения значений геолого-геофизической функции.	8
п. 3. Построение последовательностей точек пересечения изолиний с линиями сетки.	13
п. 4. Алгоритм вычисления значений гладких интерполирующих функций, соединяющих точки изолинии.	20
ОПИСАНИЕ БЛОК-СХЕМЫ ПРОГРАММЫ "ИЗОЛИНИЯ-3"	31
Описание блоков А, В, С, Д, Е, М, L, F, H, \mathcal{J} , R, G, У, Г.	31
Описание блок-схемы блока \mathcal{J} - интерполяция изолинии.	35
Описание работы операторных схем отдельных подблоков блока \mathcal{J} .	36
Подблок очередная точка.	36
Подблок не пора ли на график?	39
Подблок анализ граничной точки линии.	40
Подблок интерполяция.	42
Подблок передвиг.	45
Подблок \mathcal{J}_1 начало линии.	45
Подблок \mathcal{J}_2 анализ начала линии.	48
Подблок \mathcal{J}_3 интерполяция разомкнутой линии.	48
Подблок \mathcal{J}_4 интерполяция замкнутой линии	51
Описание работы блока G конец уровня.	54
Описание блок-схемы блока R интерполяция функции поля.	55

Подблок R_0	подготовка исходной матрицы.	56
Подблок R_1	формирование адресов.	59
Подблок R_2	очередная ячейка.	61
Подблок R_3	анализ k -той ячейки.	62
Подблок R_4	выборка вертикалей.	64
Подблок	очередная вертикаль.	68
	Расчет коэффициентов полинома вертикалей.	68
Подблок R_5	расчет точек горизонталей.	69
Подблок R_6	интерполяция отрезка вдоль горизонталей.	72
	Описание блока УГ - управление графопостроителем.	73
	Описание работы операторной схемы блока УГ.	73
Условные обозначения		
	Инструкция к программе "Изолиния-3".	79
	ПРОГРАММА "ИЗОЛИНИЯ-3".	83
	ТЕСТОВЫЙ ПРИМЕР	121
	Тестовая матрица	123
	Выдача на печать	124
	ЛИТЕРАТУРА	127

Технический редактор *Л. А. Панина*

Подписано к печати 8. I. 1971 г. МН 03503
Бумага 60x84/16. Печ. л. 8,25. Уч.-изд. л. 7,65.
Тираж 500. Заказ 76. Цена 30 коп.

Институт геологии и геофизики СО АН СССР
Новосибирск, 90. Ротапринт.