

БФМ-743(58)-84

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ИНФОРМАЦИИ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ПО АТОМНОЙ НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

Э.С.АБОВЯН, Г.С.АКОПЯН, П.А.БЕЗИРГАНЯН,
А.Г.ГРИГОРЯН, М.Л.ПЕТРОСЯН

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОБРАБОТКА СИНХРОТРОННЫХ ТОПОГРАММ
С ПОМОЩЬЮ ЭВМ. I. ИНДИЦИРОВАНИЕ СИНХРОТРОННЫХ ТОПОГРАММ

ЕРЕВАН-1984

© **Центральный научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по атомной науке
и технике (ЦНИИатоминформ) 1984**

Э.С.АБОВЯН,* Г.С.АКОПЯН,* П.А.БЕЗИРГАНЯН,*
А.Г.ГРИГОРЯН,М.Л.ПЕТРОСЯН

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОБРАБОТКА СИНХРОТРОННЫХ ТОПОГРАММ С
ПОМОЩЬЮ ЭВМ. I.ИНДИЦИРСВАНИЕ СИНХРОТРОННЫХ ТОПОГРАММ

Развита рабочая методика, позволяющая индцировать синхротронные рентгенограммы-топограммы, полученные как на прохождении, так и на отражение при различной геометрии взаимного расположения образца и фотопластинки относительно первичного пучка, продиктованной спецификой топографирования дефектной структуры кристаллов. Экспериментально показано, что метод позволяет однозначно индцировать дифракционную картину кристалла любой сингонии при произвольной геометрии эксперимента и относительной точности измерения координат рефлексов на рентгенограмме $\sim 1\%$.

Ереванский физический институт

Ереван 1984

* Ереванский государственный университет

E.S.ABOVIAN*, G.S.AKOPIAN*, P.A.BEZIRGANIAN*,

A.G.GRIGORIAN, M.L.PETROSIAN

QUANTITATIVE COMPUTER TREATMENT OF SYNCHROTRON TOPOGRAMS:

I. INDEXING OF SYNCHROTRON TOPOGRAMS

A working method is developed that enables to index the synchrotron X-rayogram-topograms both for transmission and reflection on different geometry of mutual location of the sample and the photographic plate with respect to the incident beam. It is shown experimentally that the method enables to index uniquely the diffraction pattern at any symmetry of the crystal and relative accuracy of spots coordinates measurement on the X-rayogram of the order 1 %.

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1984

* Yerevan State University

Введение

В последние годы синхротронное излучение благодаря своим достоинствам успешно применяется в рентгеновской дифракционной топографии дефектной структуры кристаллов [1-3].

Для проведения количественной обработки информации с дефектной структуре кристаллов, выявленных на синхротронных топограммах, возникает необходимость определения дифракционных индексов зарегистрированных рефлексов. В рентгеноструктурном анализе для ориентированного кристалла задача индцирования лауэграмм не представляет особого интереса, так как поставленные там задачи сводятся к определению ориентации кристалла или к определению лауэвского класса симметрии [4,5]. Известные способы индцирования лауэграмм [6-8] не могут служить рабочей методикой, применимой к синхротронным топограммам, потому что требуют либо затрат большого времени [5], либо сводятся к машинному воспроизведению дифракционной картины для определенной ориентации при последующем сравнении с полученной лауэграммой [9,10].

Целью настоящей работы является развитие общей рабочей методики, позволяющей быстро индцировать зарегистрированные на синхротронных рентгенограммах любые дифракционные рефлекс при

различной геометрии эксперимента, продиктованной спецификой топографирования дефектной структуры кристаллов.

Метод индцирования синхротронных топограмм
с помощью ЭВМ

В большинстве топографических задач обычно используется готовые срезы кристаллов с определенными кристаллографическими плоскостями, т.е. известны нормали, по крайней мере, к двум плоскостям $\vec{n}_1 = N_1 \vec{a}^* + K_1 \vec{b}^* + L_1 \vec{c}^*$ и $\vec{n}_2 = N_2 \vec{a}^* + K_2 \vec{b}^* + L_2 \vec{c}^*$, где N, K, L - дифракционные индексы, $\vec{a}^*, \vec{b}^*, \vec{c}^*$ - векторы обратной решетки.

Для решения задачи введем три различные системы координат (см. рис. 1):

I - система связана с кристаллографическими осями $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ (в общем случае не ортогональная);

II - декартова система с единичным масштабом $(\vec{\xi}, \vec{\eta}, \vec{\zeta})$, связанная с I следующим образом: $\vec{\xi}$ направлен по оси \vec{a} , $\vec{\eta}$ лежит в плоскости (\vec{a}, \vec{b}) и перпендикулярен этой плоскости;

III - лабораторная декартова система координат (X, Y, Z) , связанная с кристаллом. Ось X направлена вдоль падающего излучения, ось Z - вертикальна, ось Y лежит в горизонтальной плоскости.

Матрица перехода от системы I к II имеет следующий вид:

$$T = \begin{pmatrix} |\vec{a}| & |\vec{b}| \cos \chi & |\vec{c}| \sin \varepsilon \cos(\gamma - \lambda) \\ 0 & |\vec{b}| \sin \chi & |\vec{c}| \sin \varepsilon \sin(\gamma - \lambda) \\ 0 & 0 & |\vec{c}| \cos \varepsilon \end{pmatrix}$$

где $|\vec{a}|, |\vec{b}|, |\vec{c}|, \alpha, \beta, \gamma$ - параметры элементарной ячейки,

$$\operatorname{tg} \chi = \frac{\cos \beta - \cos \alpha \cos \gamma}{\cos \alpha \sin \gamma}, \quad (\text{при } \alpha = \frac{\pi}{2}, \chi = \frac{\pi}{2}),$$

$$\sin \varepsilon = \frac{\cos \alpha}{\cos \chi} = \frac{\cos \beta}{\cos(\gamma - \chi)}.$$

Нам необходимо найти матрицу перехода от системы III к системе I при данной ориентации кристалла. Допустим, что вектор \vec{n}_2 направлен вдоль η и нам известны углы μ и ω вектора \vec{n}_1 , с осями X и Z . Высокая точность установки кристалла при этом необязательна. Угол между \vec{n}_1 и \vec{n}_2 обозначим ν . Тогда единичные векторы \vec{e}_1 и \vec{e}_2 в направлении \vec{n}_1 и \vec{n}_2 в системе III будут:

$$\begin{aligned} \vec{e}_1 &= \vec{x} \cos \mu + \vec{y} \cos \nu + \vec{z} \cos \omega, \\ \vec{e}_2 &= \vec{y}. \end{aligned} \quad (2)$$

Эти векторы в системе I запишутся следующим образом:

$$\begin{aligned} \vec{e}_1 &= d_1 \vec{n}_1 = d_1 h_1 \vec{a}^* + d_1 k_1 \vec{b}^* + d_1 l_1 \vec{c}^*, \\ \vec{e}_2 &= d_2 \vec{n}_2 = d_2 h_2 \vec{a}^* + d_2 k_2 \vec{b}^* + d_2 l_2 \vec{c}^*, \end{aligned} \quad (3)$$

где d_1 и d_2 - межплоскостные расстояния семейства плоскостей $(h_1 k_1 l_1)$ и $(h_2 k_2 l_2)$.

Используя равенства (2) и (3), легко найти значения (\vec{x}_i, \vec{a}_i) , где $\vec{x}_i = \vec{x}; \vec{y}; \vec{z}$ и $\vec{a}_i = \vec{a}; \vec{b}; \vec{c}$. Напишем векторы $\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}$ в системе I в следующем виде:

$$\begin{aligned} \vec{x} &= A_x \vec{a} + B_x \vec{b} + C_x \vec{c}, \\ \vec{y} &= A_y \vec{a} + B_y \vec{b} + C_y \vec{c}, \end{aligned} \quad (4)$$

$$\vec{z} = A_z \vec{a} + B_z \vec{b} + C_z \vec{c}.$$

Поочередным скалярным умножением этих равенств на $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ получим систему линейных уравнений:

$$\begin{aligned} A_i a^2 + B_i (\vec{a} \vec{b}) + C_i (\vec{a} \vec{c}) &= (\vec{l} \vec{a}), \\ A_i (\vec{a} \vec{b}) + B_i b^2 + C_i (\vec{b} \vec{c}) &= (\vec{l} \vec{b}), \\ A_i (\vec{a} \vec{c}) + B_i (\vec{b} \vec{c}) + C_i c^2 &= (\vec{l} \vec{c}), \end{aligned} \quad (5)$$

где $i = x, y, z$.

Решая эти системы, получим коэффициенты A_i , B_i и C_i , следовательно, матрицу перехода \hat{B} от системы III к системе I:

$$\hat{B} = \begin{pmatrix} A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \\ C_x & C_y & C_z \end{pmatrix}. \quad (6)$$

Пусть кристалл повернут вокруг оси Z на угол φ_z и вокруг вновь полученной оси X' на угол φ_x (такие возможности дает специальная гониометрическая головка). Тогда новая система (X'', Y'', Z'') связывается с кристаллографической системой I с помощью матрицы \hat{B} . В этом случае система III будет связана с системой I с помощью матрицы

$$\hat{C} = \hat{B} \cdot \hat{R}, \quad (7)$$

где матрица \hat{R} имеет следующий вид:

$$\hat{R}(\varphi_x, \varphi_z) = \begin{pmatrix} \cos \varphi_z - \sin \varphi_z \cos \varphi_x & \sin \varphi_z \sin \varphi_x \\ \sin \varphi_z & \cos \varphi_z \cos \varphi_x - \cos \varphi_z \sin \varphi_x \\ 0 & \sin \varphi_x & \cos \varphi_x \end{pmatrix}. \quad (8)$$

Пусть радиус-вектор \vec{R}_h некоторого рефлекса в системе III есть

$$\vec{R}_h = R_x \vec{x} + R_y \vec{y} + R_z \vec{z}, \quad (9)$$

где R_x , R_y , R_z - измеряемые величины. Тогда единичный вектор \vec{S}_h в направлении дифрагированной волны будет:

$$\vec{S}_h = \frac{R_x \vec{x}}{\sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2}} + \frac{R_y \vec{y}}{\sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2}} + \frac{R_z \vec{z}}{\sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2}}. \quad (10)$$

Единичный вектор \vec{S}_0 в направлении падающего излучения равен

$$\vec{S}_0 = -\vec{x}_0. \quad (11)$$

Согласно закону Брэгга

$$\vec{S}_h - \vec{S}_0 = \lambda \vec{H}, \quad (\vec{S}_0, \vec{S}_h) = \cos 2\theta, \quad (12)$$

где \vec{H} - вектор дифракции, θ - угол Брэгга. Для этих выражений с использованием (10) и (11) в лабораторной системе координат получим:

$$\cos 2\theta = \frac{-R_x}{\sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2}}, \quad (13)$$

$$\lambda \vec{H} = \left(\frac{R_x}{\sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2}} + 1 \right) \vec{x} + \frac{R_y \vec{y}}{\sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2}} + \frac{R_z \vec{z}}{\sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2}}. \quad (14)$$

С помощью матрицы переходов \hat{C} и \hat{A} вектор $\lambda \vec{H}$ можем написать в системе II в виде

$$\lambda \vec{H} = H' \vec{\xi} + K' \vec{\eta} + L' \vec{\xi}. \quad (15)$$

Так как система II декартова с единичным масштабом, то H' , K' , L' представляют собой индексы отражающих плоскостей в системе II (необязательно целочисленные), умноженные на длину волны λ . Переход для индексов плоскостей из системы II в систему I осуществляется матрицей

$$\hat{D} = \begin{pmatrix} |\vec{a}| & 0 & 0 \\ |\vec{b}| \cos \gamma & |\vec{b}| \sin \gamma & 0 \\ |\vec{c}| \cos(\gamma - \chi) \sin \epsilon & |\vec{c}| \sin(\gamma - \chi) \sin \epsilon & |\vec{c}| \cos \epsilon \end{pmatrix}. \quad (16)$$

Таким образом, находим λH , λK , λL , где H , K , L — искомые индексы отражающих плоскостей в системе I (они целочисленны). Выходя отношения H/L и K/L , приведя к общему знаменателю и учитывая законы погасания пространственной группы кристалла, находим индексы отражающих плоскостей H , K , L .

Алгоритм вычислений представлен на рис. 2.

Экспериментальная часть

Эксперимент проведен на синхротронном канале ускорителя ДРУС при конечной энергии ускорения электронов 4,5 ГэВ и при токе 2 мА. Синхротронные топограммы (лауэграммы высокого разрешения) были получены на специально разработанной для этих целей установке, позволяющей регистрировать рентгенограммы как на прохождение, так и на отражение при различной геометрии взаимного расположения образца и фотопластинки относительно первичного пучка.

Для проверки вышеизложенной методики снимались рентгенограммы от кристалла кремния с известной ориентацией $\vec{n}_1 \perp (111)$, $\vec{n}_2 \perp (1\bar{1}0)$. Рентгенограммы получены при различных расположениях кристалла относительно первичного пучка (лабораторной системы координат Ш): 1) нормаль к плоскости (111) направлена вдоль оси X , а нормаль к (1 $\bar{1}$ 0) — по оси Y ; 2) произведен поворот вокруг оси Z на угол $\varphi_2 = 15^\circ$, от первоначального

расположения кристалла; 3) произведен поворот вокруг оси X' на угол $\varphi_{X'} = 90^\circ$ от предыдущего расположения. Во всех случаях фотопластинка перпендикулярна первичному пучку. Экспозиция съемки на ядерных пластинках типа МК-10, при толщине кристалла 1 мм составляла 2,5–3 мин. Размер синхротронного пучка был ограничен круглой щелью диаметром 5 мм. Расстояние кристалл-фотопластинка устанавливалось равным 30 мм, с точностью $\pm 0,5$ мм. Для фиксации на фотопластинке начала координат и направлений лабораторных осей Y и Z , на пути первичного пучка перед кристаллом устанавливалось перекрестье из тонких (30 мкм) вольфрамовых проволок. Это позволяло идентифицировать точку на первичном пучке (точка пересечения взаимноперпендикулярных вольфрамовых нитей) с соответствующими точками на рефлексах и, следовательно, измерить с достаточной точностью координаты Y и Z рефлексов на рентгенограмме. На рис. 3 приведены изображения этих точек для трех лауэграмм. Результаты проведенных расчетов по предложенной методике индирования приведены в табл. I-3.

Выводы

1. Развита рабочая методика первичной обработки синхротронных рентгенограмм (топограмм), позволяющая быстро и надежно индировать дифракционную картину, зарегистрированную при произвольной (фиксированной) геометрии взаимного расположения первичного пучка, кристалла и фотопленки.

2. Экспериментально установлено, что предложенный метод позволяет однозначно индировать дифракционную картину любой сингонии кристалла, при относительной точности измерения координат рефлексов на рентгенограмме $\sim 1\%$.

Таблица I

№ зоны	Реф-лекс	y	z	hкe	Ось зоны	d _{hкe}	λ	θ _б
I	2	3	4	5	6	7	8	9
1	C'	0	25	II $\bar{1}$ 3		3,136	2,169	19,7
	A	0	-12	II $\bar{1}$ 3		1,638	0,853	14,7
	I	0	-25	II $\bar{1}$ 5	[I $\bar{1}$ 0]	1,045	0,731	20,3
	2	0	-35	II $\bar{1}$ 7		0,761	0,644	24,6
2	D''	13,5	-18,1	246		0,726	0,460	18,3
	5''	7,1	-28,6	026		0,859	0,650	22,2
	3	7,15	-28,7	206	[331]	0,859	0,651	22,2
	B	-13,6	-18,7	426		0,725	0,478	18,7
3	A	0	-12	II $\bar{1}$ 3		1,638	0,853	14,7
	B	-13,8	-18,7	426		0,726	0,478	18,7
	C	-22,5	-12,8	II $\bar{1}$ 1	[211]	3,136	2,186	20,2
	D	-23,3	-2,4	462		0,726	0,480	18,8
4	A'	-10	5,5	131		1,638	0,592	10,2
	8	31,2	-35,8	224		1,109	1,082	28,8
	7	30	-28,5	335		0,828	0,753	27,0
	6	27,8	-22,2	557		0,546	0,466	27,8
4	C	-22,5	-12,8	II $\bar{1}$ 1	[I $\bar{1}$ 0]	3,136	2,186	20,2
	C''	22	-12,5	III		3,136	2,152	20,0
	9''	27	-21,5	557		0,546	0,458	24,5
	10''	29,3	-27,8	335		0,828	0,753	26,6
1'	II'	30,8	-34,4	224		1,109	1,040	27,6
	2'	-30,5	17,8	171		0,761	0,647	24,7
	I'	-22,4	12,8	151		1,045	0,727	20,2
	A'	-10,0	5,5	131	[10 $\bar{1}$]	1,637	0,592	10,2
2'	C'	22,0	-12,5	III		3,136	2,152	20,0
	D	-23,3	-2,4	462		0,726	0,480	18,8
	5'	-28,8	8,0	260		0,859	0,656	22,3
	3'	-21,1	20,3	062	[313]	0,859	0,647	22,1
3'	B'	-9,1	21,0	264		0,726	0,478	18,6
	A'	-10,0	5,5	131		1,637	0,592	10,3
	B'	-9,1	21,0	264		0,726	0,473	18,6
	C'	0,0	25,0	II $\bar{1}$ 1	[II2]	3,136	2,169	19,7
3'	D'	8,8	21,0	624		0,726	0,471	18,6
	A'	9,5	5,7	311		1,637	0,576	10,1

Продолжение таблицы I

I	2	3	4	5	6	7	8	9
4'	7	-10,0	40,0	353	[IOI]	0,828	0,760	26,8
	6	-5,5	34,0	575		0,546	0,452	24,3
	CC	0,0	25,0	III		3,135	2,169	19,7
	9	-22,5	-12,8	III		3,135	2,186	20,2
	IO	-33,0	-13,0	575		0,547	0,465	24,7
	II	-40,0	-11,5	353		0,828	0,755	27,1
I"	2	29,6	17,6	7II	[OII]	0,761	0,630	24,3
	I"	21,5	12,7	5II		1,046	0,722	19,7
	A"	9,5	5,7	3II		1,637	0,576	10,1
	C	-22,5	-12,8	III		3,136	2,186	20,2
2"	D'	8,8	21,0	624	[I33]	0,726	0,471	18,6
	5'	20,5	20,2	602		0,859	0,651	21,7
	3"	27,9	8,1	620		0,859	0,646	22,0
	B"	23,3	-2,4	642		0,726	0,480	18,8
3"	A"	9,5	5,7	3II	[I2I]	1,637	0,576	10,1
	B"	23,3	-2,4	642		0,726	0,480	18,8
	C"	22,0	-12,5	III		3,136	2,152	20,0
	D"	13,5	-18,1	246		0,726	0,460	18,3
4"	A	0,0	-12,0	113	[OII]	1,638	0,853	14,6
	IO"	9,5	33,5	533		0,828	0,755	26,7
	9'	5,0	35,0	755		0,546	0,466	24,7
	CC'	0,0	25,0	III		3,136	2,170	19,7
	CC"	22,5	-12,5	III		3,136	2,152	20,0
	6"	32,5	-12,0	755		0,546	0,460	24,5
8"	7"	38,0	-11,0	533		0,828	0,737	26,3
	8"	45,0	-7,3	422		1,109	1,052	28,1

Таблица 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	A	2,2	25,2	III	[0II]	3,136	2,152	20,0	
	I	-2,9	19,3	355		0,707	0,410	16,5	
	2	-4,3	14,0	133		1,246	0,561	13,0	
	B	-4,1	7,1	022		1,920	0,533	7,6	
	3	6,4	-3,2	111		3,136	0,769	6,6	
	3	16,2	-2,5	422	1,109	0,549	14,2		
2	A	2,2	25,2	III	[II2]	3,136	2,152	20,0	
	4	-10,9	33,3	264		0,726	0,615	24,6	
	5	-16,4	34,0	153		0,918	0,808	25,7	
	6	-22,8	30,3	042		1,214	1,071	25,7	
	7	-26,8	25,9	173		0,707	0,618	25,6	
	8	-28,8	17,9	131		1,638	1,345	24,2	
	9	-21,3	4,0	791		0,475	0,326	19,6	
		9	-19,2	0,0		220	1,920	1,079	16,2
		B	-4,1	7,4		202	1,920	0,546	7,7
3	II	-13,4	8,1	242	1,109	0,541	13,7		
	I2	-17,0	6,0	462	0,726	0,396	15,5		
	D	-19,2	0,0	202	1,920	1,079	16,2		
	I3	-16,6	-6,2	642	0,726	0,383	15,2		
	C	-13,7	-8,0	422	1,109	0,544	13,7		
	I4	-4,0	-7,5	202	1,920	0,551	7,7		
4	C	-13,7	-8,0	422	1,109	0,544	13,7		
	I5	-14,0	-17,7	313	1,246	0,790	18,3		
	I6	-10,0	-22,4	517	0,627	0,432	19,7		
	I7	-6,2	-25,2	408	0,607	0,432	19,7		
	I8	2,5	-24,5	115	1,045	0,716	19,6		
	I9	7,3	-20,8	026	0,859	0,535	18,1		
	C	6,4	-3,2	111	3,136	0,769	6,6		

Таблица 3

I	2	3	4	5	6	7	8	9
I	A	8,0	12,7	III		3,136	I,442	13,2
	I4	15,5	14,8	335		0,828	0,515	17,7
	I5	18,8	14,0	224		I,109	0,720	19,0
	I3	31,0	0,0	004	[IIO]	I,360	I,074	22,8
	I5'	18,8	-12,0	224		I,109	0,720	19,0
	I4'	15,5	14,8	335		0,828	0,518	17,9
	A'	7,0	-12,5	III		3,136	I,422	16,7
2	6'	-40,0	-8,0	355		0,707	0,646	26,7
	7'	-25,0	-9,0	133		I,246	0,897	20,1
	8'	-11,3	-6,4	022	[OII]	I,920	0,801	11,6
	A	8,0	12,7	III		3,136	I,422	13,2
	9	11,0	27,5	533		0,828	0,629	22,2
	10	11,0	36,0	422		I,109	0,974	25,6
3	I	-50,0	24,5	624		0,756	0,752	30,7
	2	-40,7	26,2	513		0,919	0,893	29,1
	3	-27,0	26,0	402		I,214	I,065	25,6
	4	-18,0	23,2	713		0,707	0,534	22,1
	5	-9,5	18,0	311	[II2]	I,632	0,962	17,0
	5'	-10,0	-18,0	131		I,638	0,971	17,4
	4'	-18,2	23,0	173		0,707	0,533	22,1
	3'	-27,0	-25,5	042		I,214	I,060	25,5
	2'	-40,8	-25,5	153		0,919	0,891	29,0
	I'	-50,0	-23,5	264		0,726	0,750	30,7
4	6	-40,0	8,5	535		0,707	0,646	26,7
	7	-25,0	9,2	313		I,246	0,900	12,0
	8	-11,5	6,8	202	[IOI]	I,920	0,800	12,0
	A'	-7,0	-12,5	III		3,136	I,422	16,7
	9'	11,0	-27,5	353		0,828	0,630	22,2
	10'	11,0	-36,0	242		I,109	0,974	25,6
5	II	-23,5	0,0	335		0,828	0,540	19,0
	I2	-15,8	0,0	224	[IIO]	I,109	0,535	13,6
	I3	31,0	0,0	004		I,360	I,074	22,8

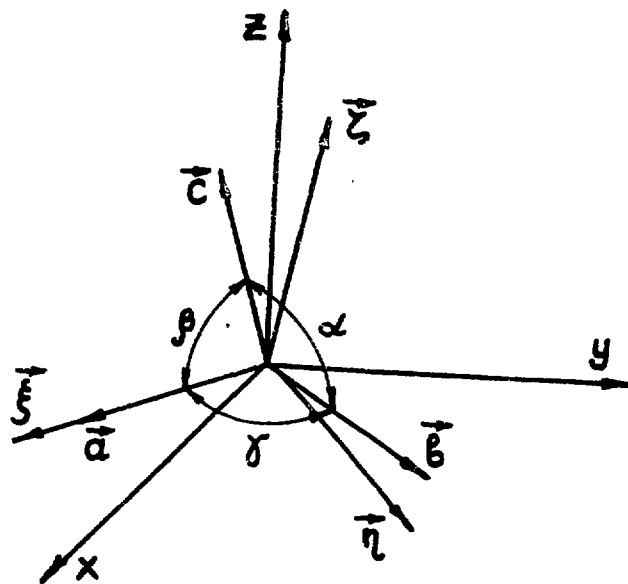


Рис. I К преобразованию системы координат

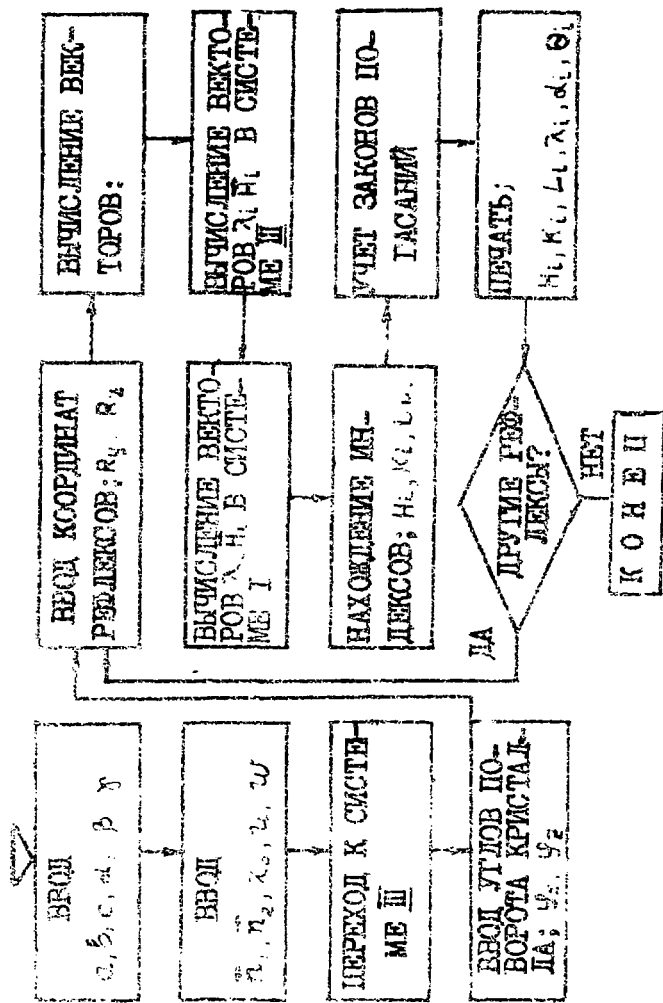
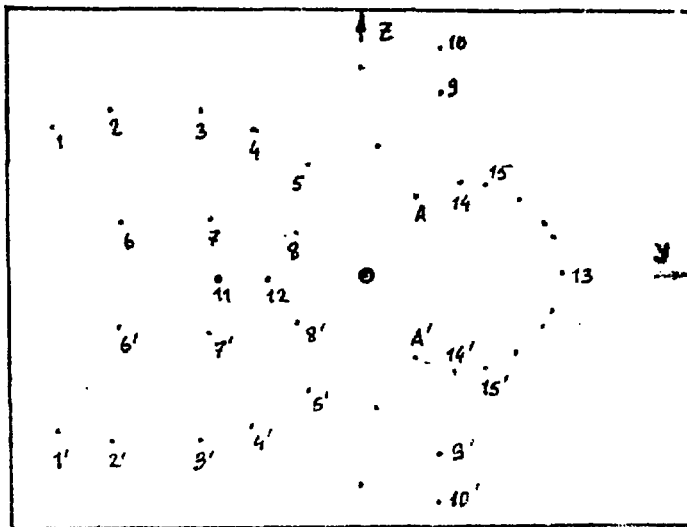
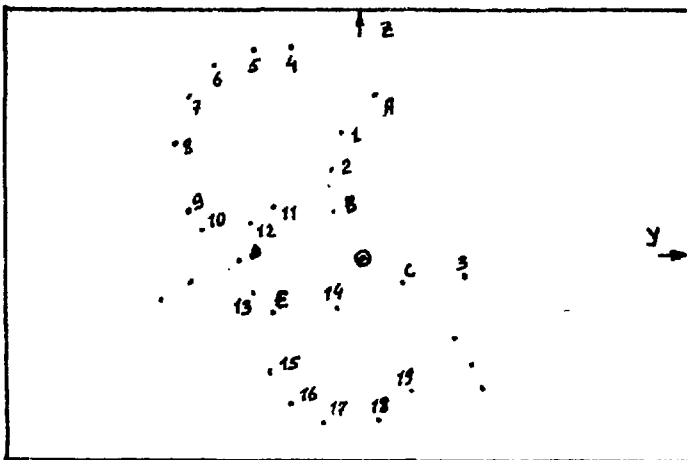


Рис. 2 Блок-схема алгоритма вычисления



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tuomi T., Neukkarinen K., Rabe P. Use of Synchrotron Radiation in X-Ray Diffraction Topography.- Phys.Stat.Solid (a) 1974, vol.25, p.93-106.
 2. Tanner B.K. Crystal assessment by X-ray Topography Using Synchrotron Radiation.- Prog. Crystal Growth, Character., 1977, vol.1, p.23-56.
 3. Hart M. Synchrotron Radiation - its Application to High Speed, High Resolution X-ray Diffraction Topography.- Preprint DL/SRP/P2, 1975.
 4. Бокшай Г.Б., Порай-Копиц М.А. Рентгеноструктурный анализ. М.: МГУ, 1964
 5. Китаigorodskiy A.I. Рентгеноструктурный анализ. М.: Гостехиздат, 1958
 6. Lonsdale K.- Acta Cryst., 1948, vol.1, p.225
 7. Balch Ahmed K., Georgeaura S.- Z.Krist., 1952, vol.118, p.273.
 8. Миркин Л.И. Рентгеноструктурный анализ. Справочник по физике. Получение и измерение рентгенограмм. М.: Наука, 1976
 9. Preece S. Calculation of Crystal Orientations Using Low Pattern.- Computer Physics Communications. 1979, vol.18, p.271-281.
 10. Stephenson J.D. An Interpretation of white (synchrotron) X-radiation low (topograph) Patterns by means of the (kinematic) approximation.- Phys.Stat. Solid (a), 1981, vol.65, p.601-603.
- Принято к публикации 28 мая 1984 г.

Э.С.АБОВЯН, Г.С.АКОПЯН, П.А.БЕЗМРГАНЯН,
А.Г.ГРИГОРЯН, М.Л.ПЕТРОСЯН
КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОБРАБОТКА СИНХРОТРОННЫХ ТОПОГРАММ С ПОМОЩЬЮ
ЭВМ. I. ИНДИЦИРОВАНИЕ СИНХРОТРОННЫХ ТОПОГРАММ

Редактор Л.П.Мукаян

Технический редактор А.С.Абрамян

Подписано в печать 15/ X-84
Офсетная печать. Уч. изд. л. I. 0
Зак. тип. № 799

ВФ-11939

Формат 60x84/16
Тираж 299 экз. Ц. 15 к.
Индекс 3624

Отпечатано в Ереванском физическом институте
Ереван 36, Маркаряна 2

индекс 3624



ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ