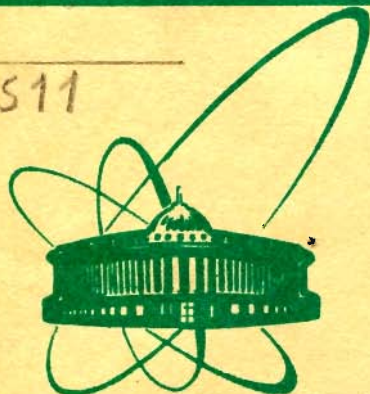


E-511



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

151 / 2-80

141,-80

10 - 12764

О.И.Елизаров, Я.Ержабек, Г.П.Жуков, К.Ондрейчка,
И.М.Саламатин, А.С.Хрыкин

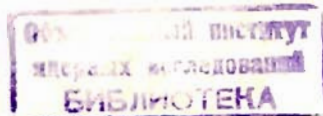
АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА
УПРАВЛЕНИЯ ГОНИОМЕТРОМ

1979

10 - 12764

О.И.Елизаров, Я.Ержабек, Г.П.Жуков, К.Ондреичка,
И.М.Саламатин, А.С.Хрыкин

АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА
УПРАВЛЕНИЯ ГОНИОМЕТРОМ



Автономная система управления гониометром

Описывается оборудование, входящее в состав автономной системы управления гониометром /СУГ/, изготовленной в стандарте КАМАК, а также ее программное обеспечение. СУГ состоит из контроллера крейта, выполненного на основе микропроцессора отечественного производства К580ИК80, блоков памяти в виде отдельных модулей в стандарте КАМАК, модуля управления гониометром, блоков управления отдельными осями, алфавитно-цифрового дисплея. Программное обеспечение, созданное для управления работой СУГ, состоит из монитора, драйвера гониометра и набора прикладных программ. Монитор предназначен для обеспечения связи оператора с СУГ. Для хранения программ в СУГ используется блок памяти на основе перепрограммируемых запоминающих устройств /ППЗУ/, что придает СУГ новое качество - устойчивость к сбоям, приводящим к порче программ в ОЗУ.

Работа **выполнена** в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

Goniometer Control Autonomous System

Hardware and software of goniometer control system (GCS) performed in CAMAC standard is described. It consists of a crate of controller performed on the base a K580IK80 microprocessor memory units for storage programs and data as separate CAMAC modules, a goniometer control module, control blocks for separate axes and digital display. To store programs the memory device on the base of reprogrammable constant memory devices is used. The goniometer control module serves as an interface between crate controller and control blocks for separate axes of goniometer. It permits to test current position of axes (angles of turn form coordinate origin) which is especially important for reliable operation of the system. The software consists of a monitor, goniometers, driver, and set of applied programs. It provides the communication of operator with the GCS.

The investigation has been performed at the Laboratory of Neutron Physics, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

1. ВВЕДЕНИЕ

При исследовании структуры образца методом дифракции нейтронов большое значение имеет точная его ориентация относительно заданной системы координат. В Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ для этих целей предполагается использовать гониометр НГ-3^{1/}, который устанавливает образец в нужное положение путем вращения его вокруг трех взаимно перпендикулярных осей исходной системы координат. Помимо высокой точности исполнения требуемых перемещений, большим достоинством НГ-3 является возможность дистанционного управления им по длинной линии передачи.

Данная работа посвящена описанию разработанной в ЛНФ автономной системы управления гониометром /СУГ/ и ее программного обеспечения /ПО/.

2. ОБЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГОНИОМЕТРОМ

В состав СУГ /см. рис. 1/ входят следующие блоки: контроллер крейта, выполненный на основе микропроцессора /ККМП/ 7207^{2/}, блок оперативной памяти/ОЗУ/ 7229-2^{10/}, блок перепрограммируемого постоянного устройства памяти /ППЗУ/ 7228^{10/}, алфавитно-цифровой дисплей VT-340^{3/}, модуль управления гониометром и блоки управления отдельными осями гониометра^{1/}.

Центральным органом СУГ является ККМП, который полностью удовлетворяет спецификации стандарта EUR 4100^{4/}. ККМП выдает и принимает с линии связи крейта 24-разрядные слова, обслуживает 23 запроса, поступающих с модулей КАМАК. Время выдачи команд КАМАК на линию связи крейта колеблется в диапазоне от 12 до 44 мкс в зависимости от выполняемой функции и количества байтов данных. Отличительной особенностью этого контроллера является использование в нем микропроцессора советского производства типа К580ИК80^{5/}, который имеет следующие основные характеристики:

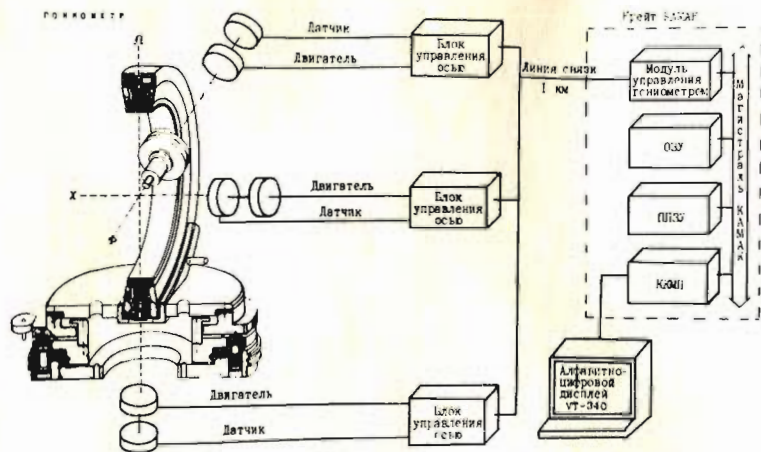


Рис. 1. Блок-схема системы управления гониометром.

- а/ тактовая частота - 2 МГц;
- б/ разрядность слова - 8;
- в/ наличие прямой, косвенной и непосредственной адресации;
- г/ объем прямо адресуемой памяти - 64К байта;
- д/ время выполнения инструкций - $2 \div 9$ мкс;
- е/ шесть универсальных регистров;
- ж/ восьмиуровневая система прерывания.

Система команд МП содержит 78 основных инструкций, список которых приведен в Приложении.

ККМП не содержит элементов памяти. Блоки памяти выполнены в виде отдельных модулей в конструктивах КАМАК. Связь МП с этими модулями осуществляется по линии связи крейта в те промежутки времени, когда нет цикла КАМАК. Модули памяти могут располагаться на любой станции крейта, кроме крайних, занимаемых ККМП. Сохраняется возможность работы МП во всем диапазоне адресов памяти.

Для хранения ПО СУГ используется блок ППЗУ 7228 емкостью 4096 байтов. Блок выполнен на микросхемах ППЗУ с ультрафиолетовым стиранием и организацией памяти 256×8 . Время выборки составляет 1,3 мкс. При правильной эксплуатации ППЗУ можно иметь 100 и более циклов стирания/записи. Блок занимает станцию единичной ширины.

Блок оперативной памяти 7229-2 имеет емкость 4К байта. Он выполнен на микросхемах типа К565РУ2^{1/5}. Время выборки

составляет 1 мкс. Этот блок также занимает станцию единичной ширины.

Для разработки ПО СУГ использовались ассемблер^{16/}, кросс-ассемблер^{17/} на ЭВМ, программно совместимых с PDP-11, 20, и другие^{18, 19/}.

Модуль управления гониометром выполнен в стандарте КАМАК и занимает в крейте две станции, номер которых должен быть сообщен СУГ оператором в начале работы. Управляющая информация передается модулю в виде отдельных команд. Пользуясь ими, можно осуществлять изменение положения осей гониометра и контролировать выполнение этих команд. Для проверки исполнения требуемых перемещений введена возможность чтения информации о положении каждой оси гониометра. После получения команды ККМП ряд действий модуль управления выполняет самостоятельно. Он генерирует адрес и инструкцию для заданного блока управления осью и производит передачу необходимых данных по линии связи. Каждый блок управления осью по окончании приема данных от модуля управления гониометром работает автономно. Он выполняет действия в соответствии с полученной инструкцией. Если требуется переход в новое положение, то блок управления осью "запоминает" заданный угол, затем включает двигатель поворота оси и останавливает его в момент, когда достигается требуемое положение.

Для обеспечения связи с оператором в СУГ включен алфавитно-цифровой дисплей VT-340. Связь ККМП с дисплеем производится через асинхронный последовательный канал связи, допускающий передачу данных со скоростью 1200 бод.

3. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СУГ

Программное обеспечение СУГ служит для выполнения функций связи оператора с СУГ и управления ее работой. Блок-схема ПО изображена на рис. 2. ПО включает монитор СУГ, драйвер гониометра и другие прикладные программы. Драйвер является одной из наиболее важных прикладных программ в составе ПО СУГ, поэтому на рисунке и в тексте он описывается более подробно.

Монитор предназначен для обеспечения связи оператора с СУГ. Обращение оператора к СУГ осуществляется с помощью дисплея, работа которого обслуживается специальной подпрограммой, содержащейся в мониторе. Оператор управляет работой СУГ с помощью приказов, которые набирает на клавиатуре дисплея. Список приказов, воспринимаемых монитором, приведен ниже. Монитор состоит из программы, интерпретирую-

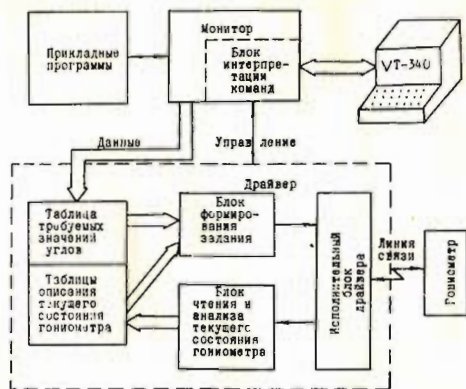


Рис. 2. Блок-схема программного обеспечения СУГ.

щей приказы, и подпрограмм, исполняющих приказы. Для работы с гониометром монитор передает управление драйверу, который по отношению к монитору является обычной подпрограммой. Монитор, прежде чем передать управление драйверу, заполняет таблицу требуемых значений углов /см. рис. 2/. Помимо этого он сообщает драйверу перечень осей, относительно которых требуется выполнить поворот.

Приказ, отданный оператором СУГ, поступает в блок интерпретации команд, который обращается к подпрограмме исполнения данного приказа. Если требуется выполнить поворот осей гониометра в новые положения, то подпрограмма обращается к драйверу гониометра. По окончании работы драйвер возвращает управление вызвавшей его подпрограмме. Каждая подпрограмма после выполнения приказа передает управление в то место монитора, где находится петля ожидания нового приказа.

Драйвер гониометра выполняет все необходимые операции, связанные с управлением аппаратурой СУГ при переводе осей гониометра в новые положения. Алгоритм работы драйвера построен таким образом, что в конечном счете обеспечивается завершение заданной операции, даже если случаются сбои в исполнительной аппаратуре. В самом начале работы драйвера блок формирования задания выбирает информацию из таблицы требуемых значений углов и рассматривает ее как описание конечной цели. В соответствии с заложенным алгоритмом он последовательно генерирует специальные команды, которые необходимы модулю управления гониометром для выполнения требуемого задания. После исполнения этого задания оборудование сигнализирует о его завершении. Затем блок чтения и анализа текущего состояния гониометра вырабатывает информацию, кото-

рая позволяет выяснить, совпадают ли достигнутые положения осей с заданными. Если текущее положение осей гониометра по каким-либо причинам /сбои, помехи на линии передачи/ отличается от заказанного, то начинает работать блок формирования задания, который вырабатывает новое /промежуточное/ задание для достижения конечной цели с учетом текущего положения осей гониометра. Эта операция будет повторяться до тех пор, пока текущее положение осей гониометра не совпадет с требуемым или пока не будет исчерпан лимит таких повторений. После этого управление будет передано монитору, который выведет на экран дисплея соответствующее сообщение.

Прикладные программы предназначены для выполнения арифметических преобразований данных, которые оператор передает СУГ. Целью этих преобразований является перевод десятичных чисел, поступающих в монитор в виде набора символов в коде ASCII, в двоичные. Для всех констант, за исключением значений углов, выполняются обычные преобразования чисел с основанием 10 в числа с основанием 2. Для значений углов поворота /целых и сотых долей градусов/ преобразование выполняется с учетом того, что система отсчета углов гониометра НГ-3 имеет свои особенности. Устройство, позволяющее установить ось в определенном положении, у НГ-3 дискретное. Из конструктивных соображений полный круг /360°/ разбит на 256 частей, названных "двоичными градусами" /ДГ/'1/, каждый из которых делится на 200 частей. Тогда $1 \text{ ДГ} = 360^\circ / 256 = 1,40625^\circ$.

4. НАБОР ПРИКАЗОВ МОНИТОРУ СУГ

В набор приказов, которые оператор может отдать монитору СУГ, входят следующие.

1. IN(SERT) - принять значения углов поворота осей. После того, как отдан этот приказ, монитор высвечивает на экране дисплея предложение

AXIS N: ,

где N - порядковый номер оси, для которой требуется задать значение угла. Оно должно быть введено после символа /:/. Целое значение градусов и сотые доли градуса должны отделяться друг от друга запятой.

Пример:

```
IN <CR>
  AXIS 2: 137,45 <CR>
```

В этом примере для второй оси гониометра определяется угол

ее установки в положение, соответствующее 137 и 45 сотым долям градуса. Здесь и далее под символом <CR> понимается символ возврата каретки. Он используется в качестве обозначения конца приказа, отдаваемого монитору. Если для какой-нибудь оси не требуется изменять ее положения, то в этом случае после символа /:/ необходимо сразу набрать символ <CR>.

2. ST(ART) - начать работу драйвера гониометра.

По этому приказу монитор обращается к драйверу, который производит все необходимые действия для поворота осей гониометра в заданные положения. После того, как драйвер выполнит свои функции, он возвратит управление монитору.

3. SP(STOP) - остановить гониометр в текущем положении.

По этому приказу прерывается работа драйвера, и монитор выполняет действия для остановки всех осей гониометра в текущем положении. В системные таблицы заносится информация о положении осей гониометра.

4. PR(INT) - распечатать системные таблицы.

Этот приказ позволяет произвести распечатку системных таблиц, в которых хранится информация о текущем положении осей гониометра, статистика сбоев СУГ при работе с каждой осью и другая информация.

5. CO(NTINUE) - продолжить работу.

После того, как отдан этот приказ, драйвер возобновляет свою работу, прерванную приказом SP.

5. ОПИСАНИЕ НАЧАЛЬНОГО ДИАЛОГА ОПЕРАТОРА С СУГ

Диалог оператора с СУГ производится в порядке, описанном ниже. После того, как управление будет передано монитору, он высветит на экране дисплея следующее сообщение:

MONITOR FOR GONIOMETOR NG-3.

Затем на экране дисплея появится предложение:

SERIAL NUMBER OF THE CONTROL MODUL IS:.

После этого оператору необходимо сообщить число, указывающее номер позиции в крейте, которую занимает модуль управления гониометром. Значение номера позиции /станции/ необходимо для того, чтобы драйвер мог генерировать соответствующие команды NAF стандарта КАМАК во время связи с модулем управления гониометром. Следующей информацией, которая должна быть сообщена оператором СУГ, является максимальное число повторений операции при возможных сбоях СУГ. Соответ-

ствующее число должно быть сообщено после того, как на экране дисплея будет высвечено сообщение:

MAX. NUMBER OF ERRORS CAN BE: .

После этого монитор автоматически переводится в командный режим и готов принимать соответствующие приказы оператора.

Приложение

Инструкции микропроцессора

16-ричный код	Мнем. код	8-ричный код	16-ричный код	Мнем. код	8-ричный код	16-ричный код	Мнем. код	8-ричный код
Переход			Переход к подпрограмме			Возврат из подпрограммы		
C3	JMP	303	CD	CALL	315	C9	RET	311
C2	JNZ (Z)=0	302	C4	CNZ (Z)=0	304	CO	RNZ (Z)=0	300
CA	JZ (Z)=1	312	CC	CZ (Z)=1	314	C8	RZ (Z)=1	310
D2	JNC (C)=0	322	D4	CNC (C)=0	324	DO	RNC (C)=0	320
DA	JC (C)=1	332	DC	CC (C)=1	334	D8	RC (C)=1	330
E2	JPO (P)=0	342	E4	CPO (P)=0	344	EO	RPO (P)=0	340
EA	JPE (P)=1	352	EC	CPE (P)=1	354	E8	RPE (P)=1	350
F2	JP (S)=0	362	F4	CP (S)=0	364	F8	RP (S)=0	360
FA	JM (S)=1	372	FC	CM (S)=1	374	F8	RM (S)=1	370
E9	PCHL	351						
Переход			Повторный старт			Операции со стеком		
C3	JMP	303	C7	RST 0	307	C5	PUSH B	305
C2	JNZ (Z)=0	302	CF	RST 1	317	D5	PUSH D	325
CA	JZ (Z)=1	312	D7	RST 2	327	E5	PUSH H	345
D2	JNC (C)=0	322	DF	RST 3	337	F5	PUSH PSW	365
DA	JC (C)=1	332	E7	RST 4	347	CI	POP B	301
E2	JPO (P)=0	342	EF	RST 5	357	DI	POP D	321
EA	JPE (P)=1	352	F7	RST 6	367	E1	POP H	341
F2	JP (S)=0	362	FF	RST 7	377	F1	POP PSW	361
FA	JM (S)=1	372				E3	XTHL	343
E9	PCHL	351				F9	SPHL	371
Переход			Загрузка аккумулятора*			Двойное сложение		
06	MVI B,	006	C6	ADI +	306	09	DAD B	011
0E	MVI C,	016	CE	ACI +	316	19	DAD D	031
16	MVI D,	026	D6	SUI -	326	29	DAD H	051
1E	MVI E,	036	DE	SBI -	336	39	DAD SP	071
26	MVI H,	046	E6	ANI D8	346			
2E	MVI L,	056	EE	XRI +	356	Вход/выход		
36	MVI M,	066	F6	ORI =	366	D3	OUT D8	323
3E	MVI A,	076	FE	CPI =	376	DB	IN D8	333
Инкремент**			Декремент*			Управление		
04	INR B	004	05	DCR B	005	00	NOP	000
0C	INR C	014	0D	DCR C	015	76	HLT	166
14	INR D	024	15	DCR D	025	F3	DI	363
1C	INR E	034	1D	DCR E	035	F7	EI	373
24	INR H	044	25	DCR H	045	Специальные		
2C	INR L	054	2D	DCR L	055	EB	XCHG	353
34	INR M	064	35	DCR M	065	27	DAA *	047
3C	INR A	074	3D	DCR A	075	2F	CMA	057
03	INX B	003	0B	DCX B	013	37	STC+	067
13	INX D	023	1B	DCX D	033	3F	CMC+	077
23	INX H	043	2B	DCX H	053			
33	INX SP	063	3B	DCX SP	073			
Сдвиг			Загрузка пар регистров					
07	RLC	007	01	LXI B, D16	001			
0F	RRC	017	11	LXI D, D16	021			
17	RAL	027	21	LXI H, D16	041			
1F	RAR	037	31	LXI SP, D16	061			
Переход по адресу								
0A	LDAX B	012						
1A	LDAX D	032						
2A	LHLD ADR	052						
3A	LDA ADR	072						
02	STAX B	002						
12	STAX D	022						
22	SHLD ADR	042						
32	STA ADR	062						

Приложение (продолжение)

16-ричный код	Мнем. код	8-ричный код	16-ричный код	Мнем. код	8-ричный код	16-ричный код	Мнем. код	8-ричный код
	Пересылки			Пересылки				
40	MOV B,B	100	6D	MOV L,L	155	98	SBB B	230
41	MOV B,C	101	6E	MOV L,M	156	99	SBB C	231
42	MOV B,D	102	6F	MOV L,A	157	9A	SBB D	232
43	MOV B,E	103	70	MOV M,B	160	9B	SBB E	233
44	MOV B,H	104	71	MOV M,C	161	9C	SBB H	234
45	MOV B,L	105	72	MOV M,D	162	9D	SBB L	235
46	MOV B,M	106	73	MOV M,E	163	9E	SBB M	236
47	MOV B,A	107	74	MOV M,H	164	9F	SBB A	237
48	MOV C,B	110	75	MOV M,L	165	A0	ANA B	240
49	MOV C,C	111	-	-	-	A1	ANA C	241
4A	MOV C,D	112	77	MOV M,A	167	A2	ANA D	242
4B	MOV C,E	113	78	MOV A,B	170	A3	ANA E	243
4C	MOV C,H	114	79	MOV A,C	171	A4	ANA H	244
4D	MOV C,L	115	7A	MOV A,D	172	A5	ANA L	245
4E	MOV C,M	116	7B	MOV A,E	173	A6	ANA M	246
4F	MOV C,A	117	7C	MOV A,H	174	A7	ANA A	247
50	MOV D,B	120	7D	MOV A,L	175	Исключительное ИЛИ*		
51	MOV D,C	121	7E	MOV A,M	176	A8	XRA B	250
52	MOV D,D	122	7F	MOV A,A*	177	A9	XRA C	251
53	MOV D,E	123	Сложение*			AA	XRA D	252
54	MOV D,H	124	80	ADD B	200	AB	XRA E	253
55	MOV D,L	125	81	ADD C	201	AC	XRA H	254
56	MOV D,M	126	82	ADD D	202	AD	XRA L	255
57	MOV D,A	127	83	ADD E	203	AE	XRA M	256
58	MOV E,B	130	84	ADD H	204	AF	XRA A	257
59	MOV E,C	131	85	ADD L	205	ИЛИ*		
5A	MOV E,D	132	86	ADD M	206	B0	ORA B	260
5B	MOV E,E	133	87	ADD A	207	B1	ORA C	261
5C	MOV E,H	134	88	ADC B	210	B2	ORA D	262
5D	MOV E,L	135	89	ADC C	211	B3	ORA E	263
5E	MOV E,M	136	8A	ADC D	212	B4	ORA H	264
5F	MOV E,A	137	8B	ADC E	213	B5	ORA L	265
60	MOV H,B	140	8C	ADC H	214	B6	ORA M	266
61	MOV H,C	141	8D	ADC L	215	B7	ORA A	267
62	MOV H,D	142	8E	ADC M	216	Сравнение*		
63	MOV H,E	143	8F	ADC A	217	B8	CMR B	270
64	MOV H,H	144	Вычитание*			B9	CMR C	271
65	MOV H,L	145	90	SUB B	220	BA	CMR D	272
66	MOV H,M	146	91	SUB C	221	BB	CMR E	273
67	MOV H,A	147	92	SUB D	222	BC	CMR H	274
68	MOV L,B	150	93	SUB E	223	BD	CMR L	275
69	MOV L,C	151	94	SUB H	224	BE	CMR M	276
6A	MOV L,D	152	95	SUB L	225	BF	CMR A	277
6B	MOV L,E	153	96	SUB M	226			
6C	MOV L,H	154	97	SUB A	227			

8 - константа или логическое/арифметическое выражение.
 16 - константа или логическое/арифметическое выражение.
 + - изменяется только разряд переноса.
 * - изменяются все флаги за исключением переноса
 (исключение: JNX и DCX не изменяют флагов).
 * - изменяются все флаги.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В описанном варианте СУГ предназначена для управления гониометром посредством отдельных приказов. Данная система позволила обеспечить устойчивое исполнение требуемого задания в условиях, когда есть помехи, приводящие к ложным сигналам о состоянии гониометра. Использование ППЗУ в качестве блока памяти для хранения программ придает СУГ новое качество, ранее невозможное из-за отсутствия пере- программируемых запоминающих устройств - устойчивость к сбоям, приводящим к порче программ в ОЗУ.

СУГ и ее программное обеспечение могут быть использованы для автоматизации управления более сложной установкой, включающей, помимо гониометра, к примеру, прерыватель, детектор, монохроматор и т.д. Для обеспечения автоматической работы СУГ на линии с экспериментальной установкой разрабатываются соответствующие программы. Опыт эксплуатации системы управления гониометром в Лаборатории нейтронной физики показал, что она надежна и проста в работе. Для ее использования не требуется специальной подготовки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шимане Ч., Шульц В., Ондreichка К. ОИЯИ, 13-10931, Дубна, 1977.
2. Елизаров О.И., Жуков Г.П., Ким Ен Нам. Труды IX Международного симпозиума по ядерной электронике. ОИЯИ, Д13-11182, Дубна, 1978.
3. Дисплей типа VT-340. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Будапешт, 1974.
4. CAMAC. A Modular Instrumentation for Data Handling. EUR 4100, 1972.
5. Васенков А.А. Микропроцессоры. "Электронная промышленность", 1978, вып.5, с.7.
6. Intel 8080. Microcomputer Systems User's Manual. Intel Corporation, USA, Sept. 1976.
7. Software Packages for MACAMAC. Doc. 603.9.004.1.77. Borer 4500 Solothurn 2, Switzerland, 1977.
8. CA8C/CA12C. Cross-Assembler, KFKI, Busapest, 1977.
9. Fugman G., Werner D. Cross-Assembler für den Mikroprocessor Intel 8080. Preprint, Technische Universität, Dresden, 1976.
10. Елизаров О.И., Жуков Г.П., Таран Ю.В. ОИЯИ, 10-11736, Дубна, 1978.

Рукопись поступила в издательский отдел
 4 сентября 1979 года.