



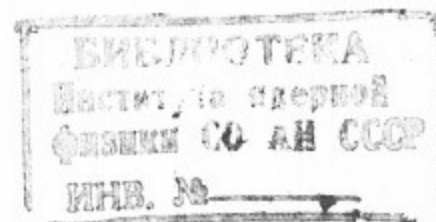
К.26

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СО АН СССР

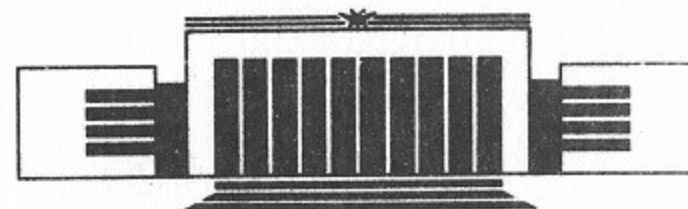
У

В.А. Карпенко, А.П. Лысенко,
В.Е. Панченко, А.Д. Хильченко

**ОЦИФРОВКА РЕНТГЕНОВСКИХ
ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**



ПРЕПРИНТ 86-121



НОВОСИБИРСК

1986

Визуализация рентгенотопографических изображений, получаемых на пучках СИ, по своим оперативным возможностям должна соответствовать большим плотностям потоков фотонов и, следовательно, коротким экспозициям, которые обеспечиваются при этом. Последние и позволяют реализовать практически экспресс-контроль структурного совершенства монокристаллов и эпитаксиальных структур. Когда требуется геометрическое разрешение $1 \div 10$ мкм, по настоящее время вне конкуренции остается фотографический метод, обладающий, естественно, низкой оперативностью. Кроме того, автоматизации расшифровки и анализа изображений рефлексов на фотоэмульсии должно предшествовать нетривиальное двумерное фотометрирование их. Когда достаточно разрешения в несколько десятков микрон, в распоряжении топографии оказываются электронные методы визуализации рентгеновских изображений с использованием рентгеновидиконов, супервидиконов с люминофорным преобразованием рентгеновского излучения в свет ([1]) и приборов с зарядовой связью (ПЗС) ([2], [3]).

Настоящая работа, являющаяся продолжением работы [1], посвящена экспериментальному поиску осуществления оцифровки рентгеновских телевизионных изображений. По-прежнему использовались супервидикон с люминофорным преобразованием рентгеновского излучения в свет и однокристалльная рентгенодифракционная схема формирования тестовых объектов. Перед системой оцифровки, естественно, ставятся две основные задачи:

- 1) обеспечение геометрического разрешения, адекватного комплексу люминофор—супервидикон—телевизионный тракт (полоса

6 мГц; 25 кадров в секунду; 625 строк в растре);

2) обеспечение малых временных затрат на оцифровку кадра.

Принципиальная блочная схема системы представлена на рис. 1. Для измерения видеосигнала используется набор аппарату-

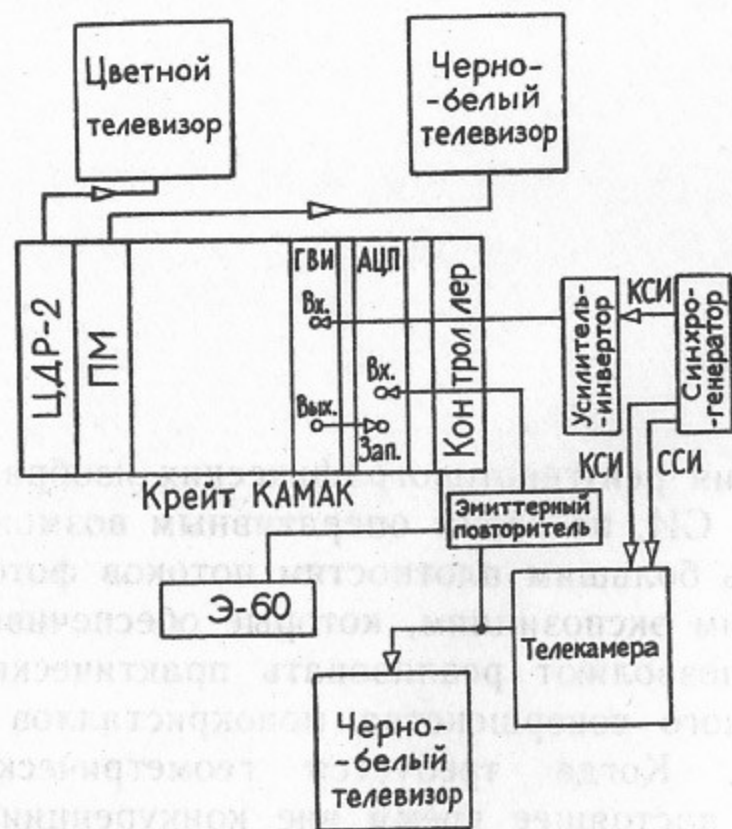


Рис. 1.

ры в стандарте КАМАК, разработанной в ИЯФ СО АН СССР, ЭВМ «Электроника-60» с операционной системой RT-11S и стандартные синхροгенератор и цветной и черно-белые телевизионные мониторы. Сигнал измеряется аналого-цифровым преобразователем (АЦП) Ц9107 (регистратор формы однократных импульсных сигналов ([4])). АЦП имеет память 1024 восьмиразрядных слова, набор временных разверток (времен преобразования) $0,05 \div 1,65$ мкс на точку и диапазоны входных сигналов от $\pm(0 \div 0,5)$ В до $\pm(0 \div 4)$ В. Входное сопротивление АЦП равно 50 Ом.

Телевизионный растр, как известно, формируется двумя полукадрами, в которых строки первого (нечетные) создают изображение на первом этапе, а затем следуют строки второго полукадра (четные) — между нечетными строками. На данном этапе работы использовался только один полукадр. Телевизионная камера синхронизируется синхροгенератором. В системе оцифровки использован генератор временных интервалов (ГВИ), на который поступают запуски от того же синхροгенератора с частотой 50 Гц (полу-

кадры). ГВИ имеет дискретность 1 мкс и диапазон $1 \text{ мкс} \div 65 \text{ мс}$, что превышает время кадра (40 мс). ГВИ самоблокируется на время 65 мс от момента запуска. Поэтому он не реагирует на три последующих кадровых синхροимпульса (КСИ) (на рис. 1 ССИ — строчный синхροимпульс), создавая, таким образом, ограничение на скорость оцифровки (через 80 мс). Следовательно, ГВИ запускается каждым пятым КСИ, обеспечивая устойчивую привязку к одному и тому же полукадру. Перед подачей на ГВИ КСИ синхροгенератора (-4 В ; 150 мкс) формируется на усилителе-инверторе ($+(15 \div 20) \text{ В}$; около 10 мкс). С помощью ГВИ задается требуемая задержка $t_0 + 64n$, где t_0 — начальная задержка; 64 мкс — период следования строк; n — номер строки. Реально на информацию отводится 40 мкс из 64 мкс, в основном, за счет обратного хода луча. По истечении времени $t_0 + 64n$ ГВИ запускает АЦП. АЦП начинает измерение входного видеосигнала с заданным интервалом времени на точку до заполнения 1024 слов своей памяти, после чего содержимое ее считывается в оперативную память ЭВМ. Например, при самом коротком времени преобразования $0,05 \text{ мкс}$ на точку запоминается строчный участок длительностью $0,05 \times 1024 = 51 \text{ мкс}$, т. е. одна целая строка из полукадра. На более медленных развертках можно прочесть несколько строк из полукадра, ускорив чтение всего кадра, но ухудшив, конечно, при этом геометрическое разрешение. Следующий запуск АЦП от ГВИ осуществляется (см. выше) через 80 мс (4 полукадра), что является одним из факторов, ограничивающих скорость оцифровки. Здесь информация не запоминалась на внешних носителях, а отображалась, по мере поступления, на мониторе, что, естественно, существенно замедляет оцифровку.

Для измерения разрешения по горизонтали достаточно работать с одной строкой. Режим программы «цифровой осциллограф» отображает график яркости вдоль строки на цветном мониторе, управляемом блоком ЦДР-2 (цветной растровый дисплей). В этом режиме подбираются чувствительность входа АЦП, время преобразования АЦП и задержка запуска. Ввиду того, что видеосигнал имеет большую (отрицательную) постоянную составляющую, для предотвращения зашкаливания АЦП используется эмиттерный повторитель с разделительной емкостью.

Как и в [1], здесь для оценки геометрического разрешения телевизионной системы с оцифровкой использовалась рентгendifракционная однокристалльная схема формирования текстовых объектов — разнесенных в пространстве рентгеновских линий (проек-

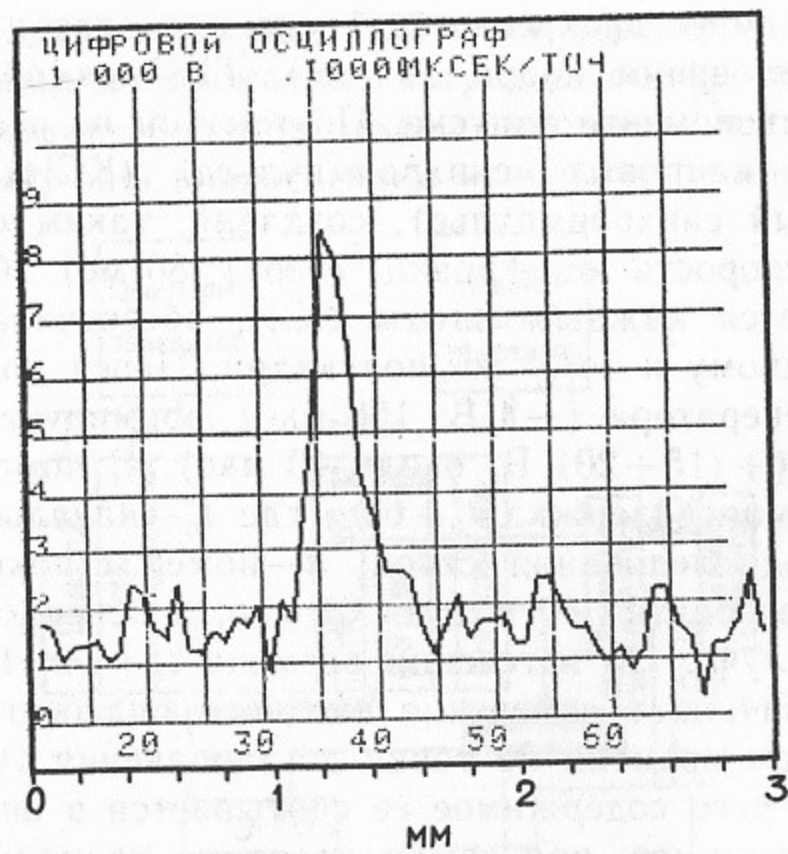


Рис. 2. Время преобразования АЦП—100 нс; шкала АЦП—1 В; вычитание фона.

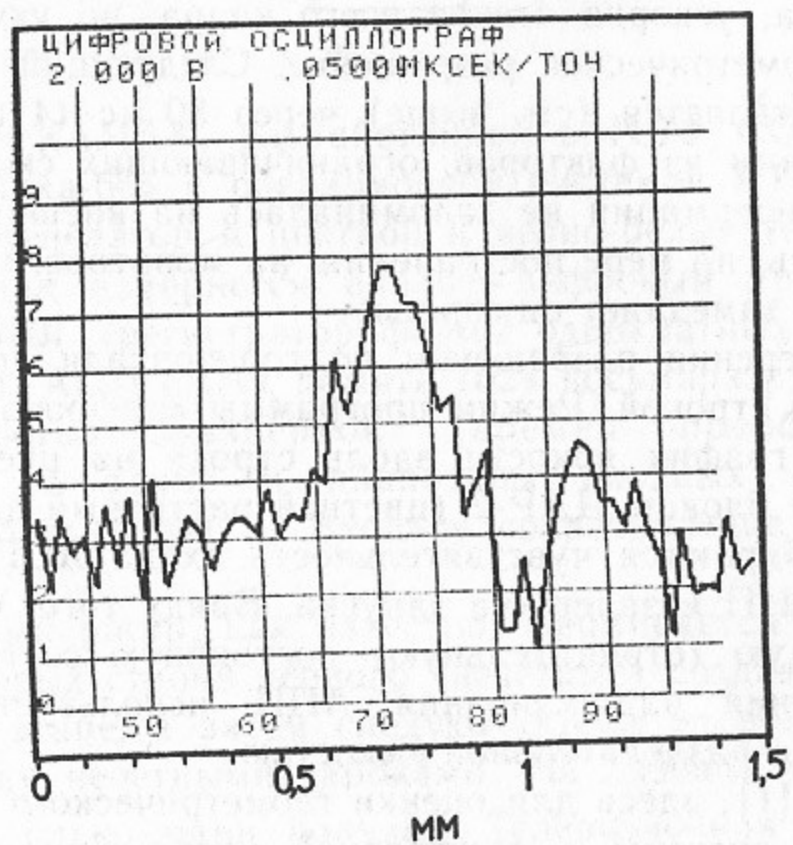


Рис. 2. Время преобразования АЦП—50 нс; шкала АЦП—2 В; без вычитания фо-

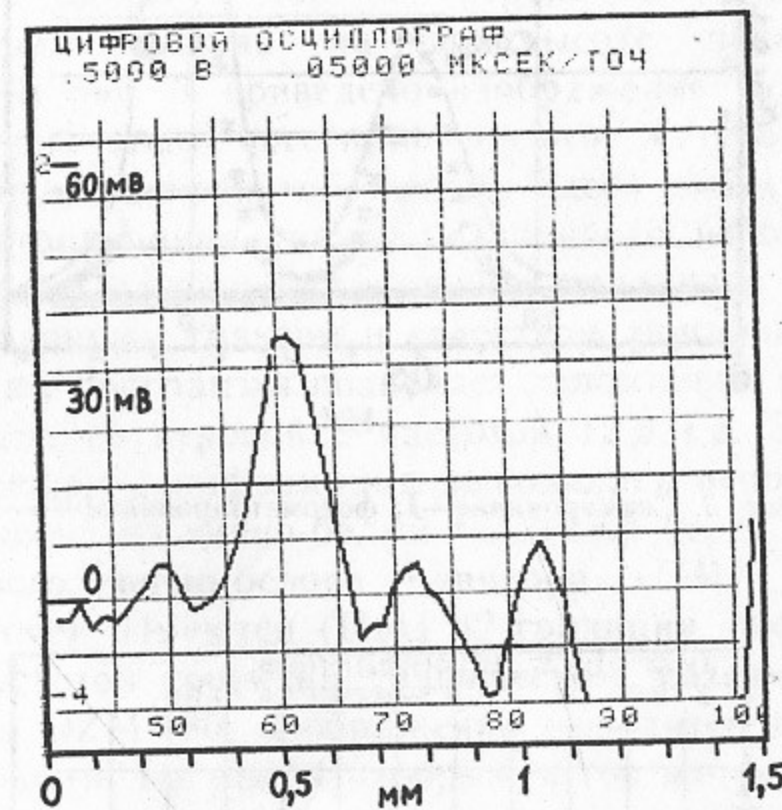


Рис. 2. Время преобразования АЦП—50 нс; шкала АЦП—0,5 В; вычитание фона.

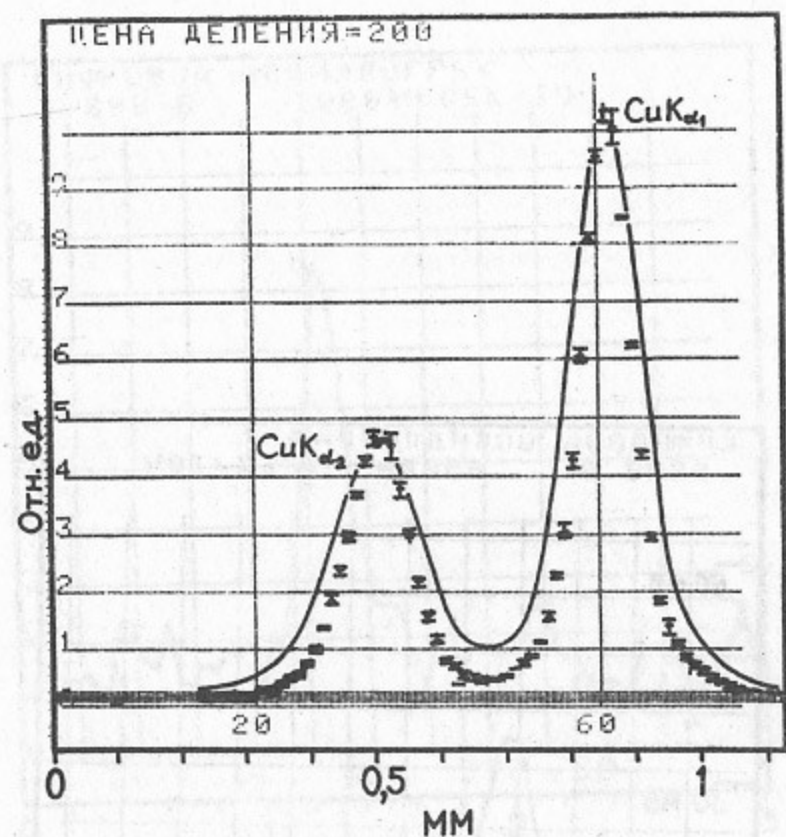


Рис. 3. Сканирование—I; фотометрирование

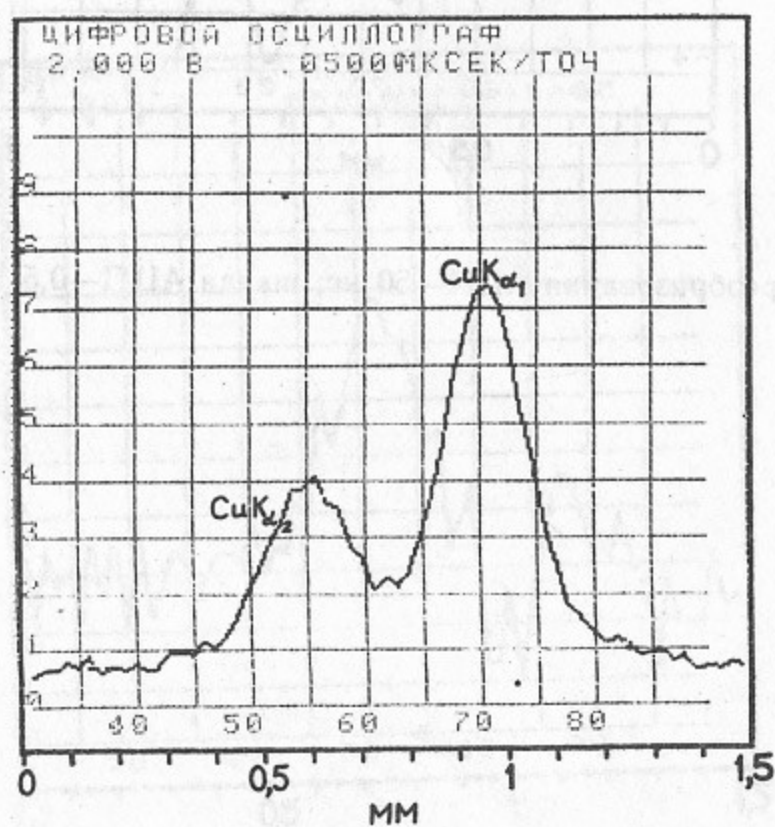


Рис. 3. Оцифровка: время преобразования АЦП—50 нс; шкала АЦП—2 В; вычитание фона.

ций линейного фокуса рентгеновской трубки). На вход супервидикона проектировались либо полный текстовый объект (дублет $\text{CuK}_{\alpha_1, \alpha_2}$), либо только узкая часть линии CuK_{α_1} , сформированная в ее пике щелью шириной 10 мкм, аналогичной применяемой для секционной топографии на СИ ([5], [6]).

Изображение щели было на уровне шумов телевизионного тракта. Для выделения его производилось многократное (до 150 раз) измерение одной и той же строки—с вычитанием фона (рис. 2). Полная ширина на полувысоте пика составляет 200 ± 20 мкм. На рис. 3 приведено изображение участка спектра $\text{CuK}_{\alpha_1, \alpha_2}$. В качестве эталонного приведен этот же участок, полученный сканированием упомянутой щелью. Здесь также приведен результат фотометрирования снимка, сделанного непосредственно с экрана монитора. Полученное уширение эталонного контура обусловлено телевизионным трактом и качеством люминофора.

Второй режим программы позволяет запоминать информацию с полукадра строка за строкой с частотой 12,5 Гц. Здесь, однако, как уже упоминалось, информация выводилась непосредственно в процессе оцифровки на черно-белый телевизор через ЦДР-2 и привод полутонного черно-белого монитора (ПМ). Размер кадра— 128×128 точек. Имеются (ПМ) 32 градации яркости. Моделируя яркость густотой точек на графическом мозаичном печатающем устройстве DZM-180, изображение выводится на бумагу с 8 градациями яркости. На рис. 4 изображен тот же участок спектра.

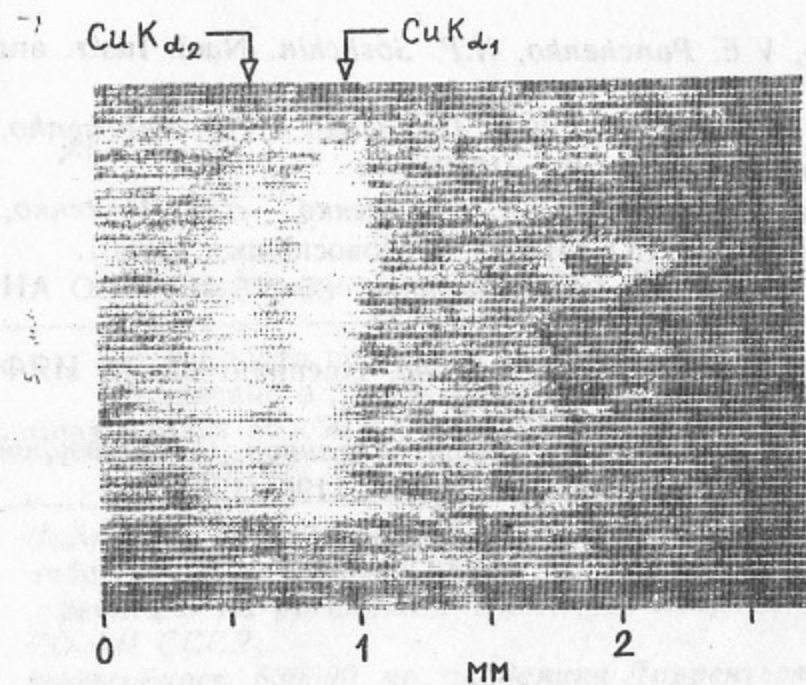


Рис. 4.

В этом режиме возможно также построчное усреднение изображения на кадре.

Полученные скорости оцифровки:

- 1) в режиме без запоминания всей информации, а с выдачей ее на монитор по мере поступления—1,3 строки/с;
- 2) в режиме выдачи на монитор и бумагу—0,8 строки/с.

Полная информация с кадра 625×1024 чисел довольно велика. Для разных задач можно ограничиться деталями изображения и тогда объем информации будет соизмерим с памятью ЭВМ и доступной внешней памятью.

Пока скорость оцифровки ограничивается ГВИ. При использовании ГВИ с меньшим диапазоном (последовательная установка нескольких ГВИ) можно вчетверо увеличить скорость оцифровки. Кардинальное же решение вопроса заключается в отказе от строкирования и оцифровке всех строк раstra последовательно в одном кадре. Это может быть обеспечено, например, значительным расширением памяти АЦП.

Естественно, остается серьезной задача улучшения геометрического разрешения системы оцифровки, которое остается еще не адекватным телевизионному тракту и люминофорному преобразователю рентгеновского излучения в свет.

ЛИТЕРАТУРА

1. V.A. Karpenko, V.E. Panchenko, N.P. Soshchin. Nucl. Instr. and Meth. 224, 310 (1984).
2. M.G. Fedotov, E.A. Kuper, V.N. Litvinenko, V.E. Panchenko, V.A. Ushakov. Nucl. Instr. and Meth. 208, 427 (1983).
3. А.М. Батраков, Э.А. Купер, А.П. Лысенко, В.Е. Панченко, М.Г. Федотов. Препринт 86-119 ИЯФ СО АН СССР, Новосибирск (1986).
4. А.Н. Квашин, А.Д. Хильченко. Препринт 85-116 ИЯФ СО АН СССР, Новосибирск (1985).
5. И. Куб, В.Е. Панченко, М. Полцарова. Препринт 85-108 ИЯФ СО АН СССР, Новосибирск (1985); ЖТФ (в печ.).
6. А.А. Васенков, Г.Н. Кулипанов, Ю.М. Литвинов, С.Н. Мазуренко, Н.Ф. Моисеенко, В.Е. Панченко. Письма в ЖТФ, 11, 1196 (1985).

*В.А. Карпенко, А.П. Лысенко,
В.Е. Панченко, А.Д. Хильченко*

Оцифровка рентгеновских телевизионных изображений

Ответственный за выпуск С.Г.Попов

Работа поступила 20 мая 1986 г.
Подписано в печать 18.08.1986 г. МН 11794
Формат бумаги 60×90 1/16 Объем 0,9 печ.л., 0,8 уч.-изд.л.
Тираж 290 экз. Бесплатно. Заказ № 121

*Набрано в автоматизированной системе на базе фото-
наборного автомата ФА1000 и ЭВМ «Электроника» и
отпечатано на ротапинтере Института ядерной физики
СО АН СССР,
Новосибирск, 630090, пр. академика Лаврентьева, 11.*