

# Фотоэлектроника

УДК 621.383

## Новые направления развития матричных ФППЗ в ОАО «ЦНИИ "Электрон"»

В. О. Тимофеев

ОАО «ЦНИИ "Электрон"», С.-Петербург, Россия

*Дан обзор состояния и направлений развития фоточувствительных приборов с переносом заряда (ФППЗ) в ОАО «ЦНИИ "Электрон"».*

В настоящее время количество зарубежных фирм, производящих приборы с зарядовой связью, исчисляется многими десятками, а ежегодный выпуск приборов превышает 10 млн шт. самой разнообразной номенклатуры. Для обеспечения конкурентной способности ОАО «ЦНИИ "Электрон"» сосредоточило внимание на выпуске специализированных ФППЗ как военного, так и гражданского применения. Ниже показаны основные направления развития приборов.

### Высокоскоростные ФППЗ видимого и ближнего ИК-диапазонов

- ФППЗ «Каскад М» (рис. 1, а) с числом элементов  $512 \times 512$  и размером элемента  $16 \times 16$  мкм. Прибор имеет расщепленный выходной регистр с двумя выходными узлами и позволяет получать изображение  $512 \times 512$  точек с кадровой частотой до 100 Гц.

- ФППЗ «Квалитет» (см. рис. 1, б) с числом элементов  $256 \times 256$  и размером элемента  $13 \times 13$  мкм. Прибор содержит восемь выходных узлов и обеспечивает прием изображения с частотой до 4 тыс. кадров/с, что при 12-битном преобразовании соответствует потоку цифровой информации до 3,3 Гбит/с.

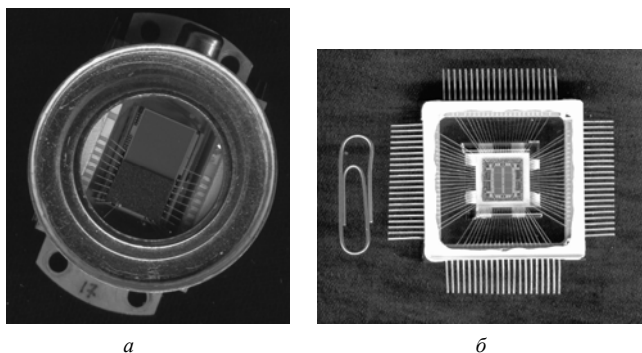


Рис. 1. Высокоскоростные ФППЗ:  
а — «Каскад-М»; б — «Квалитет»

- Планируемый в рамках ОКР с 13-м управлением ФППЗ с числом элементов  $1024 \times 1024$  и четырьмя выходными узлами. Скорость вывода — 100 кадров/с.

### Высокочувствительные ФППЗ обзорно-прицельных комплексов для дневных и сумеречных условий на местности

- Охлаждаемый ТЭБ Пельтье ФППЗ 2/3" (рис. 2, а) с числом элементов  $768 \times 580$  и размером элемента  $13 \times 26$  мкм для танкового телевизионного прицела, разработанный в ходе ОКР «Карамболь-2» по теме «Совершенствование—88».

*Особенности прибора:*

ударопрочность 500 г;

рабочая температура  $60-80$  °С;

динамический диапазон до 10 тыс. раз;

пороговая освещенность  $2,5 \cdot 10^{-3}$  лк;

возможность работы в малокадровом режиме при температуре  $80$  °С и времени накопления до 10 с;

глубина модуляции на отметке 580 твл — 80 %.

- Охлаждаемый ФППЗ «Кастор» с числом элементов  $768 \times 580$ , форматом 1" и размером элемента  $17 \times 34$  мкм. Прибор предназначен для замены 1"-кремниконов в ЗРК и АПК.

*Особенности прибора:*

динамический диапазон более 10 тыс. раз;

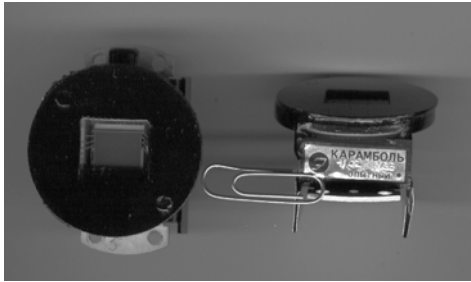
пороговая чувствительность  $7 \cdot 10^{-4}$  лк.

Остальные характеристики аналогичны характеристикам прибора «Карамболь-2».

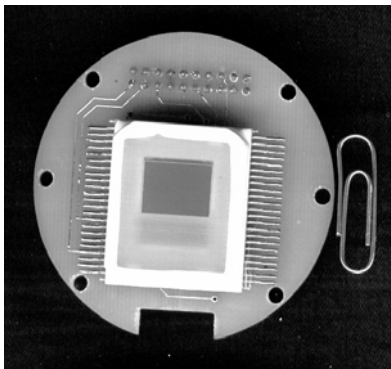
Приборы обладают 64-кратным электронным затвором и высокоэффективным антиблингом с кратностью более 1000 раз по локальным пересветкам.

### Высокочувствительный ФППЗ со стекловолокнами входом «Проект В2» форматом 1" и размером элемента $17 \times 34$ мкм

Прибор (см. рис. 2, б) обладает высокой чувствительностью (порог  $2 \cdot 10^{-4}$  лк) и динамическим диапазоном до 20 тыс. раз. Квантовая эффективность в диапазоне свечения люминофора (560 нм) составляет около 30 %. Глубина модуляции на отметке 580 твл — 60 %.



а

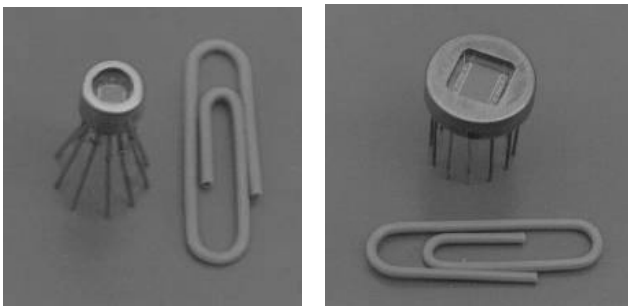


б

Рис. 2. Высокочувствительные ФППЗ:  
а — "Карамболь-2"; б — "Проект В2"

**Новая серия ФППЗ для малогабаритных замкнутых радиационно-стойких телевизионных систем с искусственным импульсным и постоянным освещением**

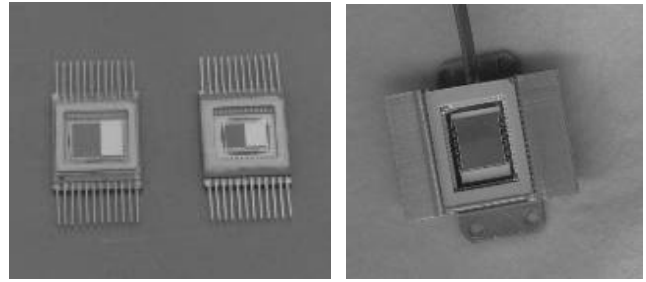
Выпускаются следующие приборы этой серии.  
1/6" с числом элементов 256×145 (рис. 3, а);  
1/3" с числом элементов 512×288 (см. рис. 3, б);  
1/3" с числом элементов 512×580 (см. рис. 3, в);  
1/2" с числом элементов 768×580 (см. рис. 3, в);  
2/3" с числом элементов 1024×1152 (см. рис. 3, з).



а

б

Рис. 3. Новая серия ФППЗ:  
а — 1/6" с числом элементов 256×145; б — 1/3", 512×288;



в

з

Рис. 3. Окончание.  
в — 1/2", 768×580; 1/3", 512×580; з — 2/3", 1024×1152

Все приборы характеризуются высокой радиационной стойкостью: в обычном исполнении 1—1,5·10<sup>5</sup> рад, в специальном исполнении — до 10<sup>6</sup> рад.

*Особенности приборов:*

- малый размер элемента (9×9÷9×12 мкм);
- способность работать на специальном кабеле при удаленности от блока управления до 50 м без дополнительных радиотехнических элементов.

**Приборы для астроориентации космических аппаратов**

На текущий момент разработан высокочувствительный охлаждаемый ФППЗ "Лидер-1" с числом элементов 512×512, размером элемента 23×23 мкм, с электронным затвором и антиблужингом, с квазипроизвольным быстрым доступом к любой строке (время доступа менее 2,0 мс).

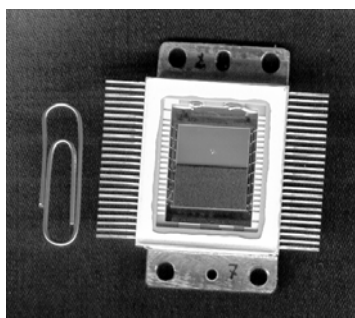
В рамках КЧП "Оптика XXI" планируется создание крупноформатного ФППЗ с числом элементов 2048×2048 и размером элемента 8,8×8,5 мкм.

На основе первого прибора в ОКБ "Марс" реализована система астрокоррекции, автономно решающая задачи поиска и обнаружения звезд, селекции и измерения их координат относительно посадочных поверхностей.

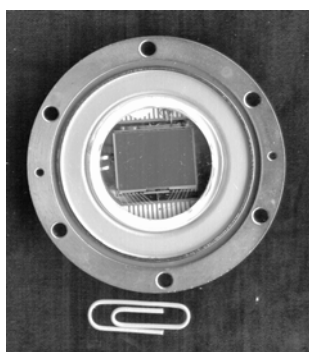
**Приборы для научных применений**

Для астрономических и космических целей разработаны следующие приборы:

- ФППЗ "Лидер" с числом элементов 1024×1152 и размером элемента 13×13 мкм (рис. 4, а). Прибор успешно применен на полуторатонном спутнике "Корона-Ф" в рамках совместного проекта, осуществляемого ФИАН, ИЗМИРАН и РКА. На спутнике установлено одиннадцать каналов прямой регистрации изображений Солнца в мягком рентгеновском излучении в разных спектральных диапазонах. Спутник успешно функционирует с 30 июля 2002 г. и за это время передал на Землю более 500 тыс. изображений.



а



б

Рис. 4. ФППЗ для научных применений:  
а — "Лидер-1"; б — "Кевлар В2"

- Сверхкрупноформатный ФППЗ "Кевлар В2" размером  $23 \times 17$  мм с числом элементов  $768 \times 580$  размером  $27 \times 27$  мкм (см. рис. 4, б).

Прибор имеет ТЭБ, время накопления может достигать нескольких часов.

*Особенности прибора:*

- максимальная вместимость элемента  $10^{-6}$ ;
- СКО шума считывания элемента 5.

Динамический диапазон ФППЗ составляет  $2 \cdot 10^5$  при частоте работы выходного регистра до 1,0 МГц.

В настоящее время система на основе разработки автора проходит опытную эксплуатацию в ГАО РАН (Пулковская обсерватория, С.-Петербург).

На рис. 5 приведены изображения, полученные с помощью системы на основе ФППЗ "Кевлар В2" при различных уровнях освещенности.

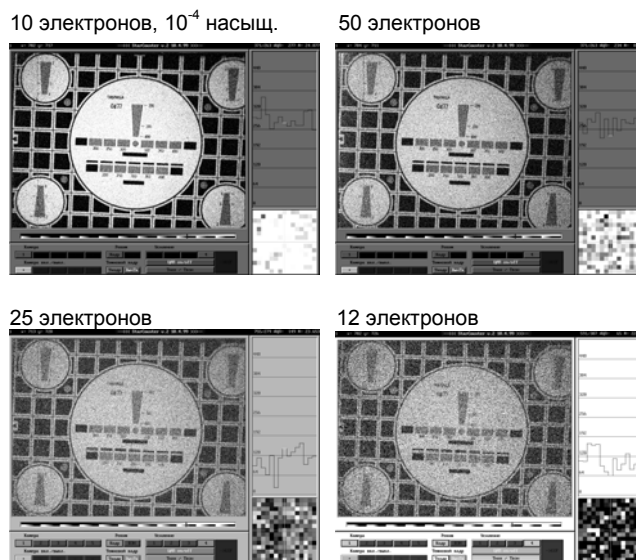


Рис. 5. Исследование пороговой освещенности ФППЗ "Кевлар В2"

Статья поступила в редакцию 23 ноября 2004 г.

## New trends of development of the array photosensing charge-coupled devices in the Electron Central Research Institute, Inc.

V. O. Timofeev

The Electron Central Research Institute, Inc., St.-Petersburg, Russia

*Given in this paper is the review of a state and development trends of the array photosensing charge-coupled devices in the Electron Central Research Institute, Inc.*