

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.  
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра радиотехники и электродинамики  
наименование кафедры

**Основные типы и характеристики матричных фотоприемников**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента(ки) 4 курса 423 группы  
направления (специальности) 11.03.03 Конструирование и технология  
электронных средств код и наименование направления (специальности)  
физического факультета  
наименование факультета, института, колледжа

Муфтахова Владислава Андреевича  
фамилия, имя, отчество

Научный руководитель

к.ф.-м.н., доцент

должность, учёная степень, звание

подпись, дата

Гребенюк К.А.

инициалы, фамилия

Зав.кафедрой

д.ф.-м. н., проф.

должность, учёная степень, звание

подпись, дата

Глухова О.Е.

инициалы, фамилия

Саратов 2018

## Содержание

Введение.....	3
1 Виды матриц.....	4
1.1 ПЗС-матрица.....	4
1.2 КМОП-матрица.....	5
2 Сравнение характеристик матрицы.....	7
3 Анализ и сравнение существующих КМОП- и ПЗС- камер.....	8
Заключение.....	9
Используемые источники.....	10

## **Введение.**

Данная работа посвящена изучению светочувствительных матриц, последующему сравнению, а так же анализу и сравнению источников получения информации в целях конструкторской деятельности.

Так как в ходе изучения технологии, источники ссылаются на разные описания матрицы и принципы строения, появилась проблема в изложении сути структуры. Это объясняется тем, что технический прогресс не стоит на месте, а устаревшие, в виду времени разработки, тексты не способны быть информативны для читателя.

Целью работы является сравнительный анализ матриц, их описание с помощью источников, выпускаемых в разные временные промежутки.

С этой целью был проведен обзор на описание характеристик и структур матриц, с использованием современных статей и статей прошлого века.

В результате, была получена обзорная работа, способная передать цельность информации о ПЗС-матрицах, КМОП-матрицах, характеристики этих элементов, и произвести их сравнение.

Данная работа состоит из трех частей, первая часть описывает ПЗС- и КМОП- матрицы, вторая часть рассматривает их характеристики, а третья часть рассматривает классификацию ПЗС-матрицы в целом.

# 1 Виды матриц.

Для достижения поставленной задачи, в первой главе следует рассмотреть основные виды матричных фотоприемников. В первом пункте описание ПЗС-матрицы, второй пункт посвящен КМОП-матрице.

## 1.1 ПЗС-матрица.

ПЗС-матрица, или же прибор зарядовой связи, представляющий собою матричный приемник, состоящий из групп элементов, называемыми пикселями. Матрица по своей сути является аналоговой интегральной микросхемой, выполненной на основе кремния.

Пиксель матрицы состоит из металл-окисел-полупроводника, далее именуемый как «МОП-конденсатор», далее будет употребляться «конденсатор». Поверх конденсатора устанавливается фотодетектор, роль диэлектрика выполняет беспримесный полупроводник, наносимый на подложку. Графически, данный элемент представлен на рисунке 1.1.

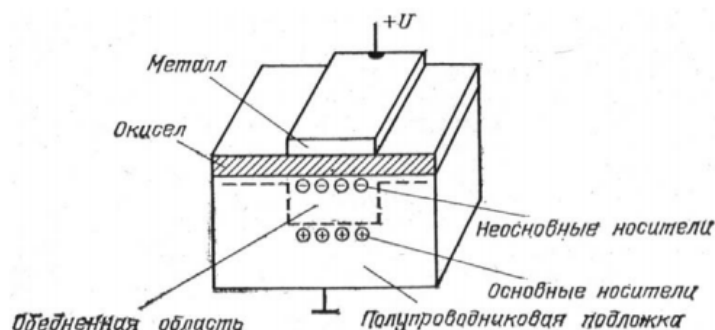


Рисунок 1.1 Строение пикселя ПЗС-матрицы. [7]

Фотоны, попавшие на фотодиод, генерируют заряды, которые скапливаются в потенциальной яме конденсатора.

Схематическое изображение ПЗС-матрицы, с обозначением элементов, представлено на рисунке 1.2.

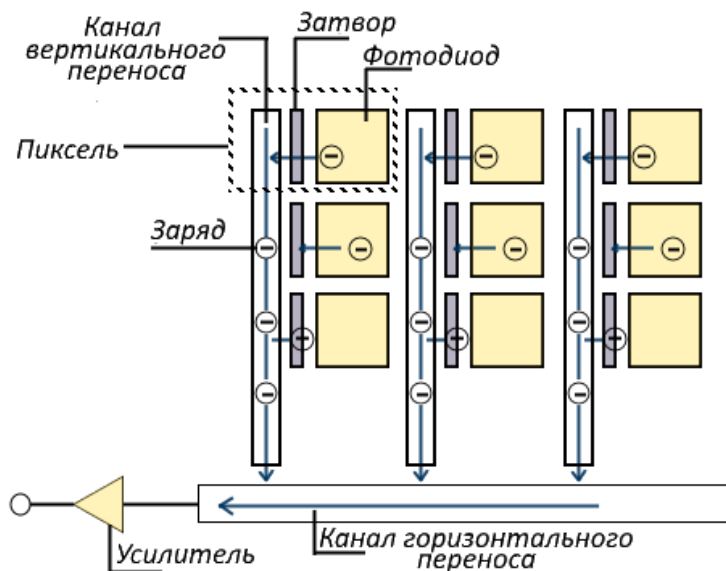


Рисунок 1.2 Схематическое изображение ПЗС-матрицы. [9]

Принцип считывания у такой матрицы основан на «строчно-столбцовом» переносе. Зарядовые пакеты первой строки, перемещаются на нулевую строку, где считываются по одиночной ячейке. Опустевшая ячейка заполняется зарядами из соседних ячеек, и так до тех пор, пока нулевая строка не опустеет. Таким же образом и двигаются заряды со строк выше, пока вся матрица не опустеет.

## 1.2 КМОП-матрица.

КМОП-матрица, или же «комплиментарная структура металл-окисел-полупроводник». Пиксель матрицы отличается от ПЗС тем, что встроенные в него элементы позволяют сразу обработать сигнал, тем самым увеличивают быстродействие матрицы в целом (рисунок 1.3).

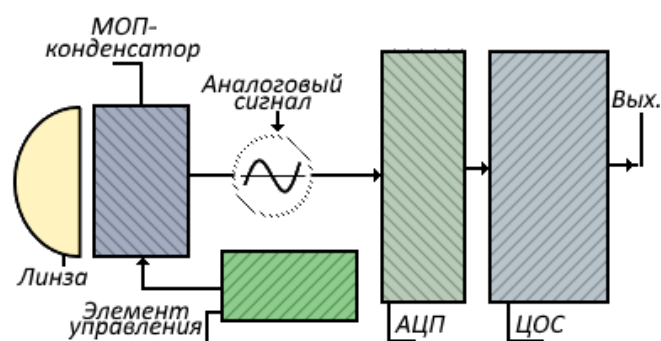


Рисунок 1.3. Схематическое изображение пикселя КМОП-матрицы. [6]

После попадания фотона на фотодиод происходит накопление зарядового пакета. Элемент управления задает условия, позволяющие либо хранить заряды, либо «опустошить» конденсатор. Зарядовый пакет, в виде аналогового сигнала, поступает на вход аналого-цифровой преобразователь. В последнем, происходит цифровая обработка сигнала, и после выводится в требуемом направлении.

Общая структура матрицы, состоит из «n» числа таких пикселей, а также шин вывода сигнала. На рисунке 1.4 представлено схематическое изображение строения структуры.

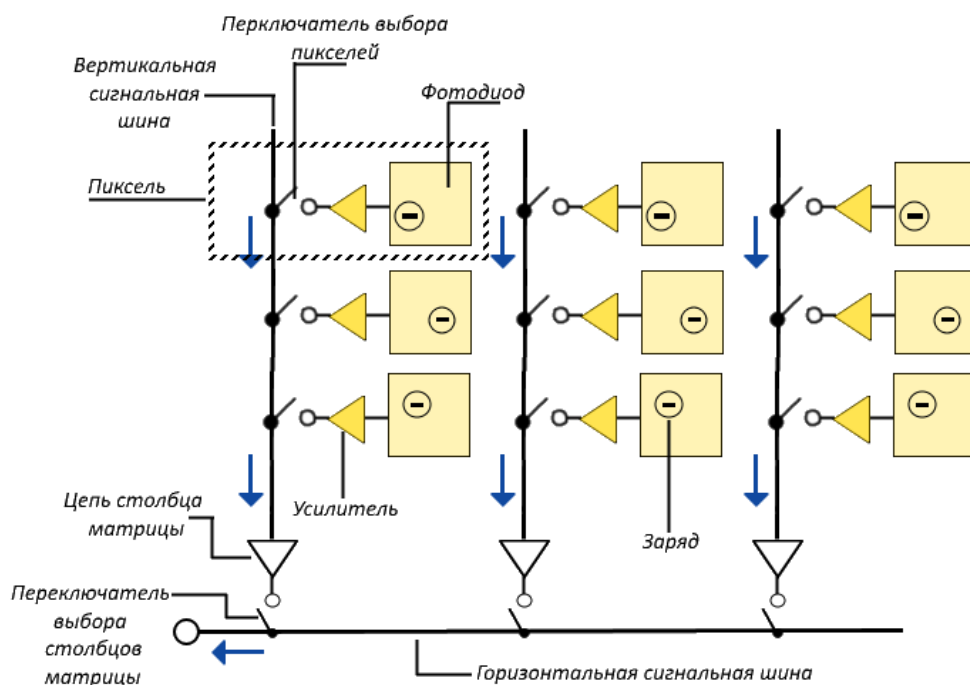


Рисунок 1.4 Схематическое изображение КМОП-матрицы. [9]

Считывание матрицы, отличается от ПЗС, так как встроенные элементы, позволяют процессору устройства, обращаться напрямую к любому пикселю, с помощью элемента управления.

## 2 Сравнение характеристик матрицы.

В данном разделе представлена таблица характеристик, отображающая отсутствие или присутствие этих параметров для двух видов матриц.

Виды матриц: Характеристики:	ПЗС-матрица	КМОП-матрица
Улучшенный коэффициент заполнения	-	+
Легкая модифицируемость матрицы	-	+
Низкая стоимость	-	+
Спектральная чувствительность, близкая к «человеческому глазу»	+	-
Свобода выбора пикселя	-	+
Низкая энергопотребляемость	-	+
Быстродействие	-	+
Простота строения пикселя	+	-
Размывание	+	-
Шум	-	+
Скользкий затвор	-	+
Повышенная светочувствительность	-	+

Таблица 1. Сравнение характеристик ПЗС- и КМОП- матриц.

### 3 Анализ и сравнение существующих КМОП- и ПЗС-камер.

Для анализа и сравнения, были выбраны камеры MD028CU-SY и MC023CG-SY (изображение 3.1), определены характеристики для их сравнения, и результаты вынесены в таблицу.



Изображение 3.1 - Фотография камер. [12]

Наименование Параметры	Камера MD028CU- SY	Камера MC023CG- SY
Размер матрицы, мм	8,8 x 6,6	11,3 x 7,1
Разрешение матрицы, px	1940x1460	1936x1216
Тип матрицы	ПЗС	КМОП
Частота кадров, к/с	57	165
Размер пикселя, мкм	4,54	5,86
Общая мощность системы, Вт	3,6	2,4
Динамический диапазон, дБ	71	71,7
Модель матрицы	Sony ICX674 AQG	Sony IMX174

Таблица 2. Характеристики двух камер, использующие разные матрицы.



## **Заключение.**

Целью данной работы было изучение светочувствительных матриц, последующее сравнение, а так же анализ и сравнение источников получения информации в целях конструкторской деятельности.

Для этого была изучена информация из разных источников, использованы характеристики присущие обоим матрицам, так же построена таблица в целях сравнительного анализа.

Дополнительно были введены характеристики для сравнения реальных камер, построенных с использованием ПЗС- и КМОП- матриц, и построена таблица для сравнения этих характеристик.

Результаты данной работы полезны для конструкторов, целью которых является совершенствование приборов и средств, использующих светочувствительные матрицы.

## **Используемые источники:**

1. Ю.Р. Носов, В.А. Шилин Приборы зарядовой связи // М.: «Советское радио», 1976. – 144 с.
2. Ю.Р. Носов Приборы зарядовой связи // В кн.: Радиоэлектроника и связь. М.: «Знание», 1989. – 64 с.
3. Л.Ф. Ижмякова Приборы с зарядовой связью // М.: «ЦНИИ. Электроника», 1978. – 65 с.
4. Ф.П. Пресс Фоточувствительные приборы с зарядовой связью // М.: «Радио и связь», 1991. – 264 с.
5. Ю. Петропавловский Параметры и особенности применения современных ПЗС-матриц с прогрессивным сканированием фирмы Sony// Компоненты и технологии. – 2010. – №8. – с. 77-84.
6. А. Шевердин Технологические инновации КМОП-камер Omnivision – оптимальный выбор для высокообъемных применений // Компоненты и технологии. – 2008. – №1. – с. 56-59.
7. А.А. Ярошенко, С.Н. Мельницкий Руководство к лабораторной работе «Исследование телевизионной камеры на ПЗС» // Таганрог: «Таганрогский Государственный Радиотехнический Университет», 2001. – 24 с.
9. А. Удовина Исследование технологических характеристик ССD (ПЗС) и CMOS (КМОП) электронно-оптических преобразователей // Вестник Московского Государственного Университета Печати. – 2011. – с. 197-201.
10. Е. Бирюков Эволюция датчиков изображения: от ПЗС к КМОП // Компоненты и технологии. – 2007. – №10. – с. 24-27.
11. D. Litwiller CCD vs CMOS // D. Litwiller. Canada, 2001. - 4 p.
12. Азимут Фотоникс. Оптоэлектронные компоненты [Электронный ресурс]: Каталог КМОП- и ПЗС- камер с описанием характеристик - URL: <http://azimp.ru/catalogue> (дата обращения: 08.06.18). Загл. с экрана. Яз. рус.