

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»  
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)**

ДОПУСКАЕТСЯ К ЗАЩИТЕ:

Факультет	<u>И</u> индекс факультета
Выпускающая кафедра	<u>И4</u> индекс кафедры
Группа	<u>И4М31</u> индекс группы

Заведующий кафедрой <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> Страхов С. Ю. <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> Фамилия ИО «            »	И4 <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> индекс кафедры  подпись 2018 г.
--	---

# ОТЧЕТ

о прохождении педагогической практики	
наименование практики	
№	Фамилия, имя, отчество обучающегося
1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24
25	26
27	28
29	30
31	32
33	34
35	36
37	38
39	40
41	42
43	44
45	46
47	48
49	50
51	52
53	54
55	56
57	58
59	60
61	62
63	64
65	66
67	68
69	70
71	72
73	74
75	76
77	78
79	80
81	82
83	84
85	86
87	88
89	90
91	92
93	94
95	96
97	98
99	100

Гавриловой Юлии Ивановны

Фамилия, имя, отчество обучающегося

обучающегося по направлению/специальности	11.04.01	Радиотехника
нужное подчеркнуть	код	полное наименование направления/специальности

**Руководитель практики:** Страхов С. Ю., д. т. н., доцент  
Фамилия ИО, ученая степень, ученое звание, должность

**Срок прохождения практики:** с 26.11.2018 г. по 09.12.2018 г.

**Руководитель практики:**

\_\_\_\_\_  
 Подпись

\_\_\_\_\_  
 Страхов С. Ю.  
 Фамилия ИО

«    »    \_\_\_\_\_  
 2018 г.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2018 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ПРЕДПРИЯТИИ И ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ .....	3
1.1 КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ .....	3
1.2 СТРУКТУРА ФАКУЛЬТЕТОВ .....	4
1.3 КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О КАФЕДРЕ.....	5
2 ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ .....	7
2.1 ПЕРЕЧЕНЬ КОНКРЕТНЫХ ЗАДАНИЙ НА ВРЕМЯ ПРАКТИКИ .....	7
2.2 ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРОГРАММНЫЕ И АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА .....	7
2.3 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПРАКТИКИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА, ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ.....	8
2.4 Сравнение существующих моделей ПЗС-матриц и КМОП-матриц. ....	12
2.4.1 ПЗС-матрицы компании e2v .....	12
2.4.2 ПЗС-матрицы с электронным умножением .....	14
2.4.3 КМОП-матрицы .....	14
2.4.4 Матрицы компании CMOSIS.....	15
2.4.5 Матрицы компании SONY .....	16
2.4.6 Матрицы компании ARTINA Imaging .....	16
3 ИНФОРМАЦИЯ О МАТЕРИАЛЕ, ИЗУЧЕННОМ В ХОДЕ ПРАКТИКИ.....	17
4 РЕЗУЛЬТАТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В ХОДЕ ПРАКТИКИ ЛИЧНО СТУДЕНТОМ .....	17
5 ПЕРЕЧЕНЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ, ПРИОБРЕТЕННЫХ В ХОДЕ ПРАКТИКИ .....	17
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	18
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	19

## **ВВЕДЕНИЕ**

В качестве места прохождения практики был выбран Балтийский Государственный Технический Университет «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, кафедра И4 БГТУ «ВОЕНМЕХ».

Балтийский государственный технический университет «Военмех» является ярким представителем инженерной школы России, сумевшим сохранить и приумножить достижения отечественного и мирового инженерно-технического образования. За свою 75-летнюю историю вуз подготовил для оборонной промышленности, народно-хозяйственного комплекса страны более 60 000 первоклассных специалистов, многие из которых стоят сегодня у руля предприятий, фирм, конструкторских бюро, возглавляют научные коллективы.[1]

## **1 КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ПРЕДПРИЯТИИ И ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ**

### **1.1 КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ**

В 1872—1874 гг. на первой роте Измайловского полка было построено здание Ремесленного училища Цесаревича Николая, которое сейчас является главным зданием университета. Училище было основано в 1875 году для подготовки мастеров-слесарей для промышленности. Училище послужило основой создания Санкт-Петербургского государственного института точной механики и оптики (технического университета) и Военмеха.

30 мая 1917 года Временным правительством было принято Постановление о преобразовании с 1 октября 1917 г. Ремесленного училища Цесаревича Николая в «Правительственное Петроградское техническое училище». Также было принято решение о создании при училище подготовительной школы. 1 июля 1918 года училище было переименовано в «Первое Петроградское техническое училище», а 23 июля 1921 оно переименовано в «Первый Петроградский механический техникум». В это

время среднее специальное учебное заведение занимается переподготовкой квалифицированных рабочих с целью получения более высокой квалификации. Университет организован как высшее учебное заведение «Механический институт» постановлением Президиума ВСНХ СССР от 13 июня 1930 года № 14 в составе Ленинградского механического учебного комбината. 26 февраля 1932 года в соответствии с приказом № 100 по Народному Комиссариату тяжелой промышленности СССР университет был преобразован в Военно-механический институт Народного Комиссариата тяжёлой промышленности. В его составе было два факультета — артиллерийский и боеприпасов. С 1934 года открыт факультет морского оружия. В 1992 году институт преобразован в государственный технический университет. Приказом Министерства общего и профессионального образования Российской Федерации от 11 сентября 1997 года № 1868 Балтийский государственный технический университет имени Д. Ф. Устинова переименован в Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д. Ф. Устинова.

Университет расположен в историческом центре города. В становлении института принимали участие видные деятели науки и техники А. А. Благонравов, М. Ф. Васильев, И. И. Иванов, М. Я. Крупчатников, В. А. Микеладзе, Б. Н. Окунев, П. Ф. Папкович, И. П. Гинзбург, В. Н. Кудрявцев.

## 1.2 СТРУКТУРА ФАКУЛЬТЕТОВ

Структура факультетов показана в таблице 1. [1]

Таблица 1 – Структура факультетов БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова

Факультет	Кафедры
"А" Ракетно-космической техники	A1 «Ракетостроение»
	A2 «Технология конструкционных материалов и производства ракетно-космической техники»
	A3 «Космические аппараты и двигатели»
	A4 «Стартовые и технические комплексы ракет и космических аппаратов»
	A5 «Процессов управления»
	A8 «Двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Таблица 1 – Структура факультетов БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова (Продолжение)

Факультет	Кафедра
"А" Ракетно-	A9 «Плазмогазодинамика и теплотехника»

космической техники	БА1 «Корабельное вооружение и морская робототехника» (Базовая кафедра АО «СПМБМ «Малахит»)
	БА3 «Ядерные транспортные модули и энергетические установки космического базирования» (Базовая кафедра ФГУП КБ «Арсенал им. М.В. Фрунзе»)
	БА32 «Информационные космические системы» (Базовая кафедра АО «ИСС» им. М.Ф. Решетнева)
	БК1 «Разработка авиационных двигателей и энергетических установок» (Базовая кафедра ОАО «Климов»)
"Е" Оружие и системы вооружения	Е1 «Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие»
	Е2 «Технология и производство артиллерийского вооружения»
	Е3 «Средства поражения и боеприпасы»
	Е4 «Высокоэнергетические устройства автоматических систем»
	Е6 «Автономные информационные и управляющие системы»
	Е7 «Механика деформируемого твердого тела»
	БЕ1 «Ракетно-артиллерийское вооружение» (Базовая кафедра ФГУП КБ «Арсенал им. М.В. Фрунзе»)
"И" Информационные и управляющие системы	И1 «Лазерная техника»
	И2 «Инжиниринг и менеджмент качества»
	И4 «Радиоэлектронные системы управления»
	И8 «Системы приводов, мехатроника и робототехника»
	И9 «Систем управления и компьютерных технологий»
	БИ4 «Радиоэлектронные системы специального назначения» (Базовая кафедра АО «НПП «Пирамида»)
	БИ5 «Технологии проектирования и производства радиоэлектронных систем специального назначения» (Базовая кафедра АО «Радар ММС»)
	БИ8 «Средств ВКО и ПВО» (Базовая кафедра ООО «СЗРЦ Концерн ПВО «Алмаз Антей»)
"О" Естественнонаучный	О1 «Экология и безопасность жизнедеятельности»
	О3 «Инженерная и машинная геометрия и графика»
	О4 «Физика»
	О5 «Физическое воспитание и спорт»
	О6 «Высшая математика»
	О8 «Электротехника»
"Р" Международного промышленного менеджмента и коммуникации	Р1 «Менеджмент организаций»
	Р4 «Экономика, организация и управление производством»
	Р7 «Теоретическая и прикладная лингвистика»
	Р10 «Философия»

### 1.3 КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О КАФЕДРЕ

Кафедра «Радиоэлектронные системы управления» Балтийского государственного технического университета «Военмех» им. Д. Ф. Устинова

(бывшая кафедра И7) основана в июле - августе 1959 года в период развития и внедрения радиоэлектронных устройств во всех областях науки и техники. Прародительницей кафедры стала уже существовавшая на тот момент кафедра И12.

С момента основания на кафедре развернулась большая работа по организации новых специальностей, оборудованию учебных лабораторий и постановки новых дисциплин. Уже в 1963 году состоялся первый выпуск высококвалифицированных специалистов, в которых остро нуждалась промышленность.

Одновременно с учебной работой началась и важная научная работа на самых передовых и перспективных направлениях. Вдохновителем и организатором НИР на кафедре выступил ее первый заведующий Г. И. Перов.

Молодая кафедра очень быстро завоевала признание и авторитет в ВУЗе. Неоднократные победы в социалистическом соревновании, грамоты и благодарности руководства явились свидетельством и закономерным результатом.

Постоянно совершенствуется лабораторная база. С 1972 года кафедра взяла курс на создание универсальных лабораторных стендов, позволяющих проводить лабораторные работы фронтальным методом. Практически по всем лабораторным работам, проводимым на кафедре, изданы методические указания.

Период 80 - начала 90-х годов явился наиболее ярким в истории кафедры. Это было время, когда в кафедральных лабораториях и аудиториях кипела жизнь, когда полным ходом шла учебная, научная работа, когда сотрудники кафедры вместе не только работали, но и отдыхали.

В 1981 году под руководством Ю. В. Родионова и С. П. Тригуба был создан новый научно-исследовательский сектор. Работы велись в области совершенствования радиоэлектронного вооружения. Почти одновременно при кафедре создан сектор морских приборных устройств. Научным руководителем

этого направления стал доцент Д. А. Шпагин. Интенсивно ведутся научные исследования и по традиционной тематике.

Сотрудниками кафедры В. С. Трофимовым и В. В. Смирновым испытан макет адаптивного цифрового устройства СДЦ, впоследствии был создан опытный образец такой аппаратуры для обзорной РЛС "Онега". Совместно с кафедрой ИЗ ведутся работы по созданию космического фотометра.

С первых дней основания кафедра активно включилась в решение не только учебных, но и научных задач. Среди самых известных разработок — система СДЦ обзорной РЛС «Онега», аппаратура звездного фотометра «Фотон», радиоэлектронный комплекс исследования Мирового океана «Алтиус».

В настоящее время на кафедре ведутся научно-исследовательские работы в различных областях: субнаносекундная радиолокация, передача энергии и информации в космическом пространстве, зондирование природных сред и др. Есть и совместные научные проекты с другими кафедрами Военмеха и различными научно-исследовательскими организациями Петербурга: ОАО «НПФ Меридиан»; ОАО «Радар ММС»; ОАО «Радиоавионика»; ОАО «Электроприбор»; НПП «Пирамида» и ОАО «Аквамарин».

## **2 ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ**

### **2.1 ПЕРЕЧЕНЬ КОНКРЕТНЫХ ЗАДАНИЙ НА ВРЕМЯ ПРАКТИКИ**

На время прохождения педагогической практики были поставлены следующие задачи:

1. Ознакомиться с существующими материалами для дисциплины «Приемники оптического излучения»
2. Произвести обзор и анализ существующих приемников
3. Подготовить материал по рассматриваемой теме

### **2.2 ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРОГРАММНЫЕ И АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА**

В ходе прохождения практики использовались:

- ПЭВМ с подключением к сети «Интернет»;
- Программное обеспечение: Microsoft Office Word, Microsoft Office PowerPoint и Microsoft Office Excel.

## **2.3 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПРАКТИКИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА, ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

Фоточувствительная матрица представляет собой устройство, сочетающее в себе комбинацию  $N \times N$  фоточувствительных элементов (пикселей), расположенных в двухмерной или одномерной плоскости, а также схемы считывания и преобразования зарядов, возникающих под действием падающего света. В настоящее время существует два основных типа фоточувствительных матриц, отличающихся технологией изготовления: ПЗС матрица и КМОП-матрица. Каждая из устройств обладает своими достоинствами и недостатками, которые оказывают непосредственное влияние на сферы их применения.

Фоточувствительная ПЗС - матрица - это прибор с переносом заряда, предназначенный для преобразования энергии оптического излучения в электрический сигнал, в котором зарядовые пакеты перемещаются к выходному устройству вследствие направленного перемещения потенциальных ям под воздействием электрического поля в полупроводнике.

Архитектуры ПЗС-матрицы делятся на полнокадровую, кадровую, межстрочную, и межстрочно-кадровую.



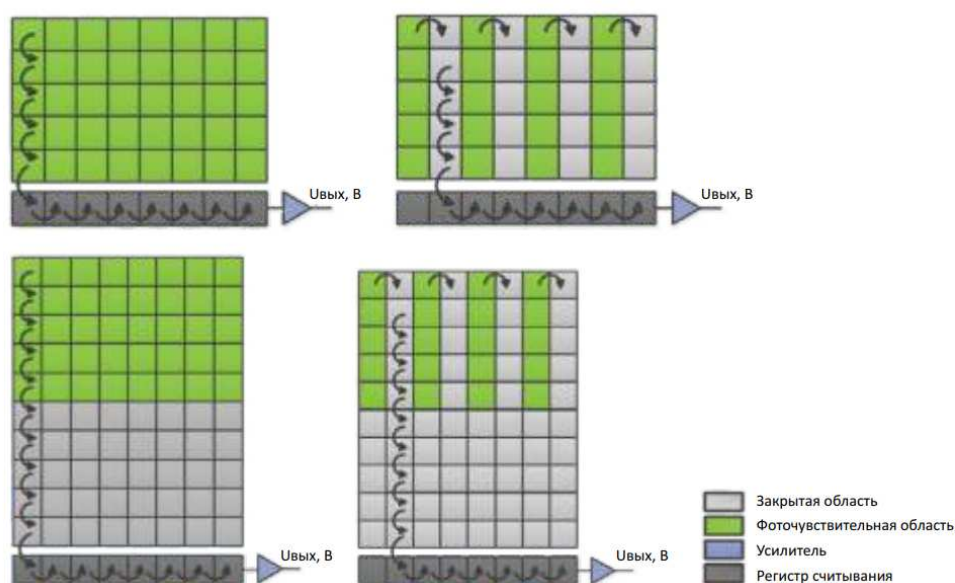


Рис. 1. Архитектуры ПЗС-матриц. Сверху слева - полнокадровый перенос; сверху справа - межстрочный перенос; снизу слева - кадровый перенос; снизу справа - межстрочно-кадровый перенос.

ПЗС-матрицы с прогрессивным считыванием производят одновременное накопление и считывание информации со всех пикселей.

Чересстрочное считывание – процесс экспозиции и считывания сначала четных, а потом нечетных строк. Совокупность четных и нечетных строк образуют полукадры.

Матрица фотодиодов (пикселей), изготовленная по КМОП-технологии, с высокой интеграцией усилительных, преобразующих и управляющих схем непосредственно на кристалле, называется КМОП-матрицей. Отличительной особенностью классической КМОП-матрицы от ПЗС-матрицы является считывание накопленного заряда непосредственно с любого фотодиода матрицы (координатная адресация, или XY-адресация).

На рисунке 2 представлены примеры классической и современной архитектур КМОП-сенсора. Первая схема используется в основном в недорогих КМОП-сенсорах, обладающих обширным набором встроенных функций.

Схема, изображенная на рисунке справа, применяется в более дорогих фоточувствительных матрицах и по своему виду напоминает гибрид ПЗС- и КМОП-матрицы.

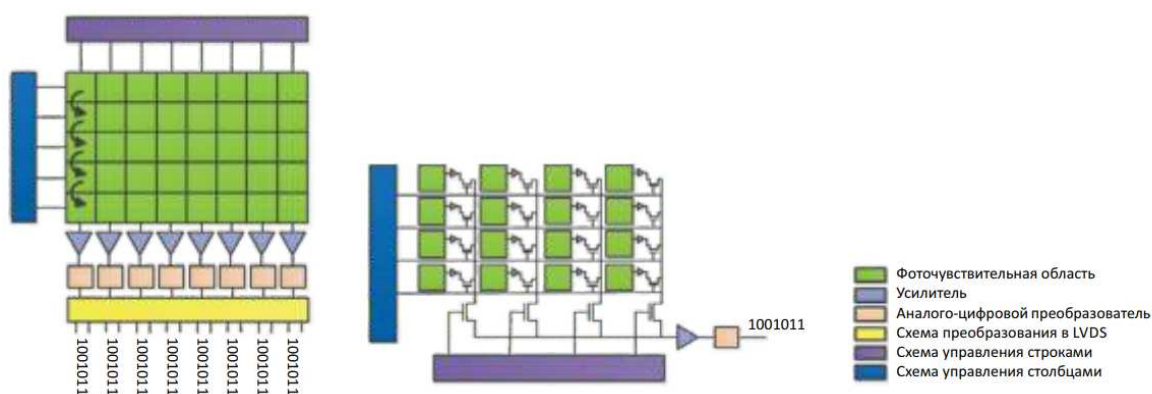


Рис. 2. Архитектуры КМОП-матриц. Слева – классическая архитектура; справа – пример современной архитектуры.

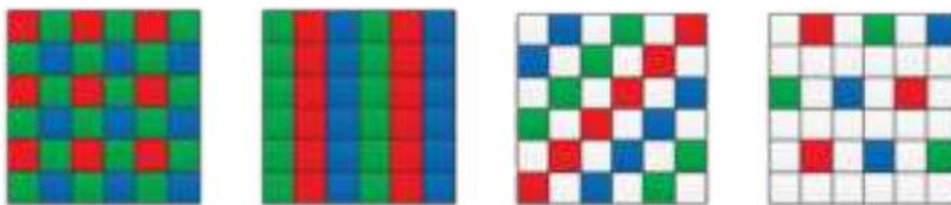
Пиксель – элементарная ячейка, содержащая фоточувствительный элемент. Чем больше размер фоточувствительной области в пикселе, тем больше чувствительность матрицы. Пиксель бывает активным (с усилительным элементом) и пассивным (без усилительного элемента.)

Глубина ямы пикселя – максимальное количество электронов, которое может запасть фоточувствительная матрица. При достижении максимального количества электронов, сенсор заходит в состояние насыщения.

Черно-белая матрица – матрица, поглощающая весь спектр излучения, предоставляя яркостную информацию. Предел поглощения излучения фоточувствительной матрицей находится в интервале от 300 нм до 1100 нм.

Цветная матрица – матрица с нанесенным на каждый пиксель светофильтром, предоставляющая информацию о распределении цветности по изображению. В настоящее время существует большое количество разнообразных фильтров, различающихся как по набору цветов, так и их расположению. Стандартным набором цветов, образующих матрицу Байера, являются красный, зеленый и синий.

Матрица с разряженным фильтром – представляет собой комбинацию фильтра цветности и черно-белой матрицы. При этом цветные пиксели чередуются со свободными от фильтров пикселями.



**Рис. 3.** Пример реализации фильтров для фоточувствительных матриц.

Разрешение – общее количество пикселей на фоточувствительной матрице.

Коэффициент заполнения – отношение площади фоточувствительной области матрицы ко всей поверхности матрицы. Классическая КМОП-матрица имеет филл-фактор не более 30%, в то время как современные ПЗС матрицы с обратной засветкой обладают филл-фактором равным 100%.

Оптический формат – размер фоточувствительной области матрицы в дюймах. Существуют следующие стандартные размеры в дюймах: 1/3", 1/2", 2/3" и 1".

Кадровый затвор КМОП-матрицы – одновременный старт и окончание процесса экспозиции всех пикселей фоточувствительного сенсора.

Строковый затвор КМОП-матрицы – построчное считывание данных с сенсора, разнесенное во времени. Если за время считывания происходит изменение изображения, то образуются паразитные артефакты, представленные на рисунке 4.



**Рис. 4.** Искажения, вызванные съёмкой камеры со строковым затвором.

Максимальная частота кадров - максимальное число раз считывания информации со всех пикселей матрицы в единицу времени (как правило, в секунду). Единицей измерения является кад/сек, или Гц.

Динамический диапазон матрицы определяется как максимальный сигнал накопления (насыщенная экспозиция), деленный на общее среднеквадратическое значение шума эквивалентной экспозиции. Данная величина отображает световой диапазон, обрабатываемый матрицей, только не в фотометрических единицах, а в значениях сформированного электрического сигнала. Он начинается с очень низких уровней света, равных среднеквадратическому значению шума ПЗС-матрицы и доходит до уровня насыщенности. Поскольку это отношение двух значений напряжения, то величина безразмерная, обычно порядка нескольких тысяч (типичные значения лежат между 1000 и 100000).

Темновой ток – ток, протекающий в отсутствие внешнего света. Как правило, значение величины темнового тока обусловлено качеством изготовления фоточувствительной матрицы. Для уменьшения темнового тока используют охлаждение.

Шум считывания – шум, определяющий флуктуации сигнала матрицы относительно среднего значения сигнала. Как правило, шум считывания выражают в количестве электронов.

## **2.4 Сравнение существующих моделей ПЗС-матриц и КМОП-матриц.**

### **2.4.1 ПЗС-матрицы компании e2v**

Компания e2v, основанная в 1947 году, на протяжении нескольких десятилетий занимается проектированием, изготовлением и поставками высокотехнологичных датчиков изображения для широкого спектра задач и областей применения. Фирма e2v является мировым лидером по разработкам и производству фоточувствительных ПЗС-сенсоров, включая матрицы с электронным умножением заряда (EMCCD). Производитель имеет 35-летний опыт поставок данных приборов для таких отраслей, как наука, космос, астрономия, а так же оборонная промышленность, всегда требующих повышенной надежности работы аппаратуры.

На протяжении десятилетий многие космические агентства и корпорации, производящие как наземное астрономическое, так и бортовое космическое оборудование выбирают матрицы e2v для систем ориентации по звездам, а также как высокочувствительные компоненты для бортового оборудования. Среди крупнейших заказчиков можно выделить Европейское Космическое Агентство (англ. ESA), а так же NASA, JAXA и CSA. Кроме того, e2v обладает колоссальным опытом производства фоточувствительных элементов для спектроскопии, микроскопии, кристаллографии и флюороскопии.

ПЗС-матрицы e2v могут быть изготовлены как в стандартном, так и в особом Space Qualified исполнении – для использования в космических условиях. Для подтверждения возможности применения матриц в конкретных условиях эксплуатации, компания e2v проводит соответствующие испытания согласно стандартам ESA, NASA, JAXA и др. Возможно проведение дополнительных (в т. ч. сертификационных) испытаний под заказ клиента.

Основные особенности ПЗС-матриц e2v:

- Высокая надежность;
- Возможность интеграции дополнительных элементов на чипе;
- Выходные усилители с малым шумом;
- Применение покрытий с высоким поглощением;
- Узкополосные оптические фильтры;
- Фронтальная или обратная засветка;
- Режимы IMO и AIMO для уменьшения темнового тока в сотни раз по сравнению со стандартными ПЗС матрицами;
- Возможность установки оптоволоконных окон;
- Корпуса с встроенным элементом Пельтье (опционально);
- Радиационная стойкость (исполнение под спец. заказ).

Использование высокоомных кремниевых подложек High Rho, а так же многослойных просветляющих покрытий улучшает квантовую эффективность ПЗС в области ближнего ИК-диапазона:

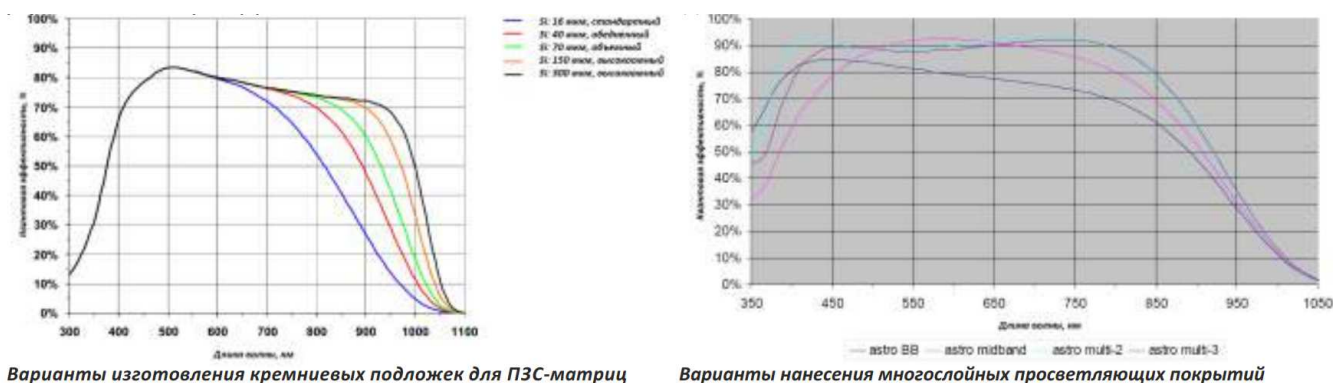


Рисунок 3 – Квантовая эффективность ПЗС-матриц

## 2.4.2 ПЗС-матрицы с электронным умножением

ПЗС-сенсоры с электронным умножением (EMCCD) компании e2v зарегистрированы под товарным знаком L3Vision™. Данные матрицы обладают лучшими в мире характеристиками по чувствительности при максимальной квантовой эффективности. Принцип действия ПЗС-приборов с электронным умножением основан на увеличении количества электронов в выходном усилительном каскаде за счёт их лавинного умножения, в связи с чем достигается возможность усиления очень слабого светового сигнала при минимальном уровне шума.

Технические особенности ПЗС-матриц L3Vision™

- высокая чувствительность (до  $1 \text{ e}^-$ );
- квантовая эффективность до 95%;
- низкий уровень шума считывания (менее  $1 \text{ e}^-$ );
- высокая скорость считывания изображения;
- широкий динамический диапазон;
- возможность работы прибора в дневных и ночных условиях (при свете звезд без ИК-подсветки);
- высокая устойчивость к засветке (antiblooming).

## 2.4.3 КМОП-матрицы

КМОП-сенсоры e2v применяются в различных устройствах видимого, рентгеновского и ближнего ИК-диапазонов. На сегодняшний день это одни из



наиболее перспективных и высококачественных КМОП-датчиков изображения, представленных на мировом рынке, превосходящих большинство имеющихся аналогов по таким характеристикам, как чувствительность, квантовая эффективность и уровень шумов.

#### Технические особенности

- высокая чувствительность;
- низкий уровень шумов;
- возможность биннинга (встроенная);
- широкий динамический диапазон (в режиме HDR–более 100 дБ);
- встроенный блок фазовой автоподстройки частоты;
- возможность реализации до четырех MROI (“окон интереса”);
- скорость считывания до 60 кад/с при полном разрешении;
- TWI и SPI интерфейсы;
- микролинзы на сенсоре;
- рабочий температурный диапазон от -30°C до +65°C;
- монохромная и цветная версия сенсора.

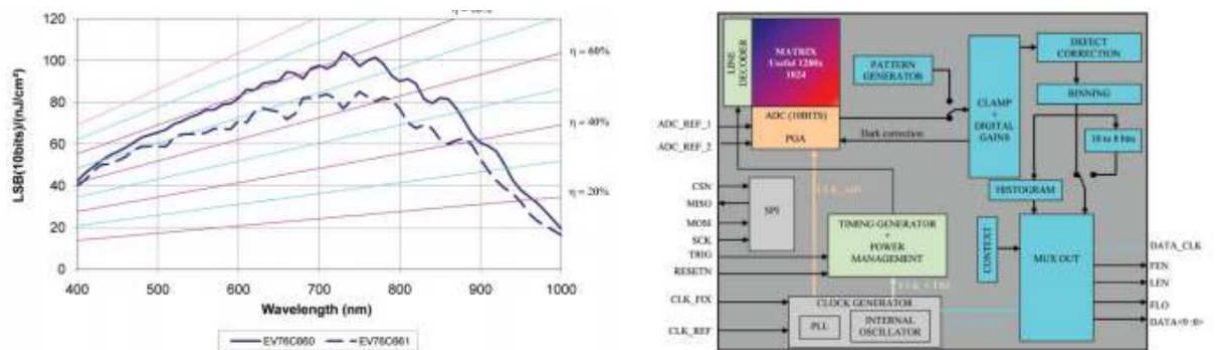


Рисунок 4 - Квантовая эффективность и внутреннее устройство КМОП-матриц EV76C660 и EV76C661

С учетом постоянно растущей потребности космической отрасли именно в КМОП-устройствах, компания e2v совместно с рядом европейских партнеров ведет разработки КМОП-матриц для будущих космических проектов.

#### 2.4.4 Матрицы компании CMOSIS

Компания CMOSIS (Бельгия) была организована в ноябре 2007 года, исходя из потребностей рынка в инновациях в области разработки и

изготовления новых типов твердотельных оптических сенсоров. Производственные мощности сконцентрированы в городе Антверпен, и включают в себя офисы, чистые комнаты, лаборатории тестирования и измерения.

Отличительной особенностью КМОП-матриц компании CMOSIS является то, что обладая высоким разрешением, сенсоры обеспечивают высокую частоту кадрового считывания.

Разработка под заказ:

- разрешение и размер пикселя;
- тип затвора: строковый или кадровый;
- возможность реализации ДКВ, двойной тип усиления, режим широкого динамического диапазона;
- количество выводов с матрицы, определяющее максимальную частоту кадров
- тип корпуса: upga, pga, bga, csp;
- возможность установки элемента Пельтье;
- просветляющие покрытия, полосовые или блокирующие оптические фильтры.

#### **2.4.5 Матрицы компании SONY**

Компания SONY Image Sensors представляет широкую гамму ПЗС и КМОП сенсоров для рынка профессионального специализированного оборудования в промышленности и охранных системах наблюдения. Для удобства проектирования предлагаются интегральные микросхемы, модули и законченные решения под конкретные применения.

#### **2.4.6 Матрицы компании APTINA Imaging**

APTINA Imaging – одна из ведущих компаний в области разработки и производстве КМОП матриц коммерческого применения. В числе ее



приоритетных направлений – развитие технологий «Система на кристалле (SoC)», «КМОП матрица со встроенной сигнальной обработкой (ISP)», «Камера на кристалле (WLC)». Используя четко определенные инструкции и алгоритмы, встроенные внутрь SoC и ISP, можно получить лучшую для визуального восприятия картинку. Для мобильных применений специально создана сверхминиатюрная камера, выполненная по технологии WLC.

### **3 ИНФОРМАЦИЯ О МАТЕРИАЛЕ, ИЗУЧЕННОМ В ХОДЕ ПРАКТИКИ**

В ходе практики были изучены материалы, содержащие описание существующих приемников, проведен сравнительный анализ характеристик ПЗС и КМОП – матриц.

### **4 РЕЗУЛЬТАТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В ХОДЕ ПРАКТИКИ ЛИЧНО СТУДЕНТОМ**

В ходе практики была изучена история создания университета БГТУ Военмех, и кафедры И4. Рассмотрен вид деятельности кафедры и существующие научно-исследовательские проекты. Произведен сравнительный анализ характеристик ПЗС и КМОП – матриц, а так же подготовлена презентация к лекции по рассматриваемой теме.

### **5 ПЕРЕЧЕНЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ, ПРИОБРЕТЕННЫХ В ХОДЕ ПРАКТИКИ**

В ходе прохождения педагогической практики мной были освоены следующие навыки: поиск, анализ информации, представление информации в требуемом формате, способность к использованию и анализу нормативных документов, способность анализа поставленной задачи.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате прохождения педагогической практики были приобретены теоретические знания и практические навыки работы с представленным материалом.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Официальный сайт БГТУ «ВОЕНМЕХ» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.voenmeh.ru>
2. Электронные компоненты. Каталог продукции «Фотоника» - Научно-производственная компания - <http://www.npk-photonica.ru>
3. [www.corp.att.com/attlabs/reputation/timeline/70picture.html](http://www.corp.att.com/attlabs/reputation/timeline/70picture.html) - История ПЗС - матрицы
4. Ю.Р. Носов, В.А. Шилин. Основы физики приборов с зарядовой связью. — М.: Наука, 1986.
5. Лёзин Ю. С. «Введение в теорию и технику радиотехнических систем.», 1986