

ЭЛЕКТРОН

**Основные направления развития конструктивно-технологических решений современных фотоприемников, выпускаемых ЦНИИ «Электрон»**

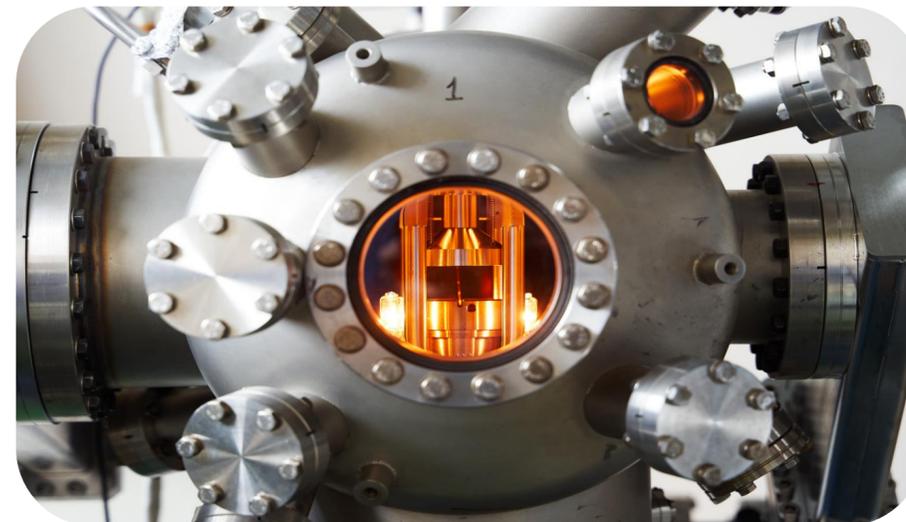
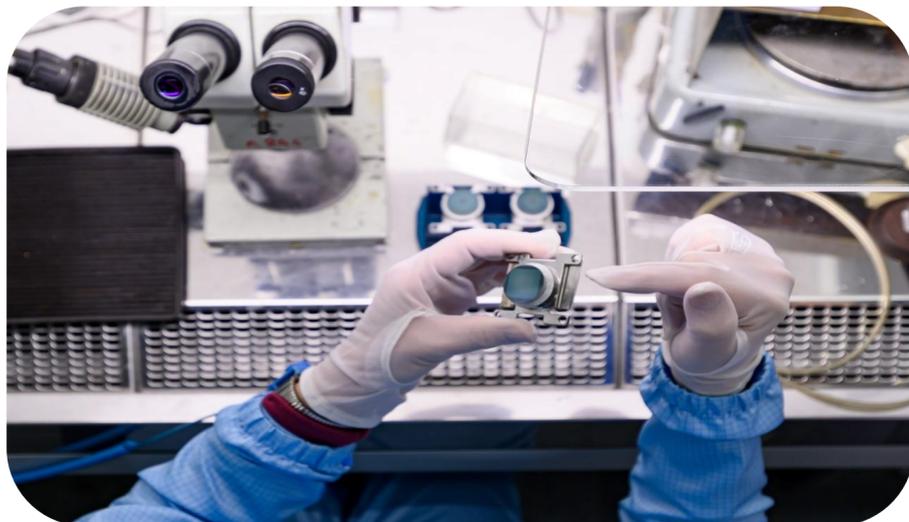
24 Июня 2025 г.



**Вязников Алексей Николаевич**  
Генеральный директор АО «ЦНИИ «Электрон»

# Основная информация об организации

ЦНИИ «Электрон» - базовый научный центр и ведущее предприятие полного цикла по разработке и выпуску фотоприёмных приборов и камер технического зрения



UV

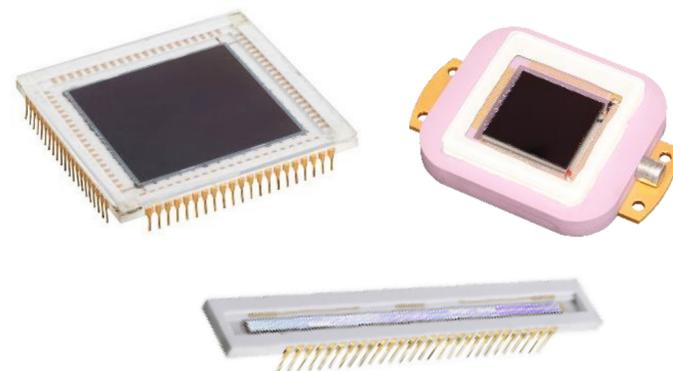
VIS

IR

**ВАКУУМНЫЕ**  
видиконы и ФЭУ

**ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ**  
ПЗС и КМОП

**ГИБРИДНЫЕ**  
(для УФ и ближнего ИК)



# ВАКУУМНЫЕ ФОТОПРИЕМНИКИ

**ВИДИКОНЫ**



**ФОТОЭЛЕКТРОННЫЕ  
УМНОЖИТЕЛИ**



## ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ



ТВ системы специального применения в условиях повышенной радиационной стойкости 

Фундаментальные и прикладные исследования:

- астрономия и космические исследования
- физические эксперименты

Ядерная физика

Медицинская диагностика

## Потребители



РОСАТОМ



ИКИ  
ИНСТИТУТ  
КОСМИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
РАН



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА



Физико-  
технический  
институт  
им. А.Ф.Иоффе



МФТИ



ФОРУМ  
БУДУЩЕЕ  
ФОТОНИКИ



ЭЛЕКТРОН

## ОСНОВНЫЕ ДОСТОИНСТВА

- »»» высокая рад. стойкость до  $10^9$  рад по  $\gamma$  излучению
- »»» новые технологии (фотодиодная мишень)
- »»» термостойкость, повышенная стабильность работы в режима счета фотонов

## ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ В РОССИИ

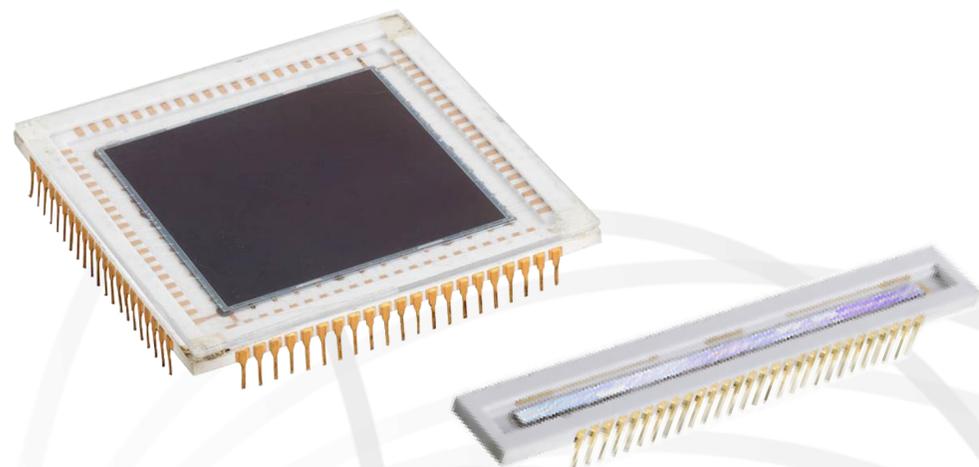
создание п/проводниковых материалов с улучшенными свойствами ( ↓дефектности и неравномерности примеси)

↓ габаритов

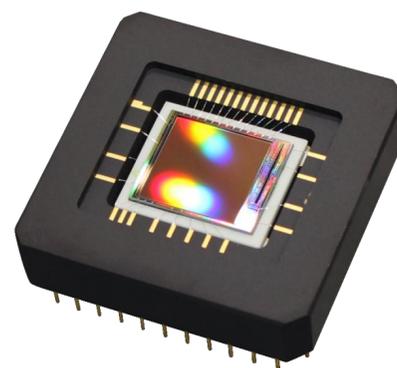
↑ стойкости к температуре

# ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ ФОТОПРИЕМНИКИ

ПЗС



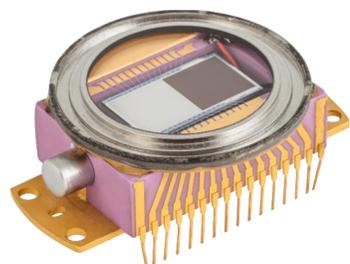
КМОП



# ПРИБОРЫ С ЗАРЯДОВОЙ СВЯЗЬЮ



## ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ



радиационно-стойкий ПЗС датчик

ТВ системы за наблюдением малоподвижных объектов при низком уровне освещенности

Научные и специальные задачи, требующие высокой чувствительности и бездефектности получаемого сигнала при малокадровом режиме работы.

## ОСНОВНЫЕ ДОСТОИНСТВА ТЕХНОЛОГИИ

- » высокая чувствительность
- » широкий динамический диапазон
- » низкий уровень шума

## ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ В РОССИИ

совершенствование технологии ПЗС в направлении создания **back-side** сенсоров

↓ размер пикселя, при ↑ топологической нормы

цветность

↑ радиационной стойкости

«чистый кремний»

## ПОТРЕБИТЕЛИ



повышение чувствительности и расширение спектр. диапазона

↓ габаритов ↑ разрешения

цветные изображения

↑ срока эксплуатации

↓ темнового тока → шумов

# КМОП ФОТОПРИЕМНИКИ

## ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Безопасность и видеонаблюдение

Машинное зрение, роботехника

Спектроскопия, микроскопия

## ОСНОВНЫЕ ДОСТОИНСТВА ТЕХНОЛОГИИ

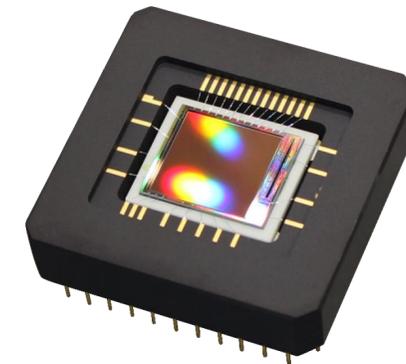
- формат изображения до 40Мп и выше
- минимальный размер пикселя, 0.75-1 мкм
- высокая кадровая частота. более 200 Гц
- низкая стоимость производства

## ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ В РОССИИ

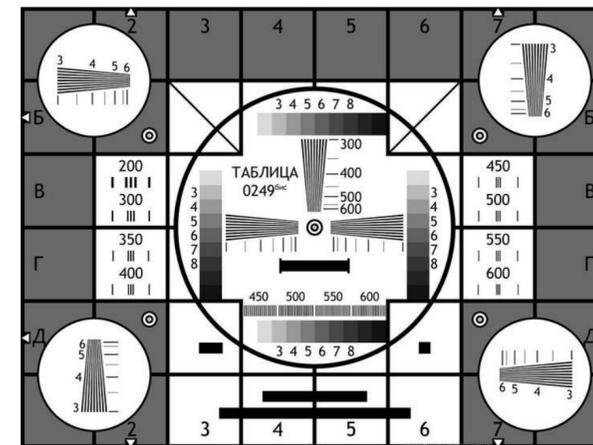
совершенствование технологии в сторону до 28-65 нм

технология **back-side**

цветность



Российский КМОП-фотоприемник с разрешением 4 Мп



- повышение разрешения
- АЦП и матрица на одном кристалле

повышение чувствительности и расширение спектр. диапазона

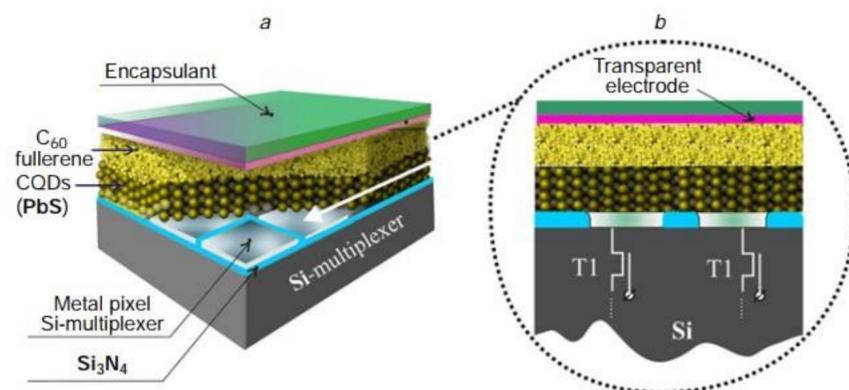
цветные изображения



# НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ

# ФОТОПРИЕМНИКИ НА ОСНОВЕ КОЛЛОИДНЫХ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК

основан на передаче заряда электронов, образованных в наполненном функциональном слое ККТ, в ячейки диодов считывающего кремниевого мультиплексора



# ГИБРИДНЫЕ ФОТОПРИЕМНИКИ



состоит из фотокатода и близко расположенной ПЗС/КМОП электронно-чувствительной матрицы в едином вакуумном конструктиве

## ПРЕИМУЩЕСТВА

дешевая конструкция кремниевого фотоприемника, работающего в ИК диапазоне, по сравнению с традиционными фотоприемниками ИК диапазона

высокая чувствительность → большая дальность обнаружения при применении в ТВ системах

спектральный диапазон от UV до SWIR за счет подбора материала фотокатода

## ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ В РОССИИ

- ✓ совершенствование методов подбора рецептуры исходного материала ККТ
- ✓ повышения стабильности материала во времени
- ✓ расширение спектральных диапазонов

- ✓ совершенствование технологии формирования фотокатода для повышения его квантовой чувствительности
- ✓ развитие технологии утонения ПЗС и КМОП

## Приоритетные проблемные вопросы фотоприемников в РФ

- Для производства фотоприемников в России используются технологические линии, сильно отстающие от иностранных конкурентов, не менее 180 нм, в то время как за рубежом освоены технологии менее 20 нм
- Зависимость существующих технологических линий от импортных комплектующих и компонентов (Si, химия и др.)
- Отсутствие технологий – BSI (back-side), цветность
- Отсутствие развитой кооперации между научными и дизайн-центрами, производством, лабораториями.
- Нехватка высококвалифицированных специалистов в отрасли
- Ограниченная емкость российского рынка фотоприемников

- Технопарк фотоэлектроники «Электрон»
- Развитие Si-фабрик в России
- Создание и внедрение технологий back-side, RGB/RGBW
- Развитие горизонтальных и вертикальных кооперационных связей в отрасли

# Предложения в дорожную карту развития фотоники и оптоэлектроники на ближайшую и долгосрочную перспективу



**В программу Фотоника 2030 включены работы по разработке:**

- требований к разработке КМОП-матрицы, повышенного формата изображения
- российского КМОП-фотоприемника, с разрешением 2048x2048
- отечественных камер технического зрения на основе российского КМОП-фотоприемника
- камер технического зрения на основе гибридных высокочувствительных приборов в УФ-диапазоне



ЭЛЕКТРОН



24 Июня 2025 г.

