

# Проведение экспериментальных исследований и расчет спектральных характеристик гибридных телевизионных приборов

Руководитель работы:  
нач. 21 отд.  
А.А. Егоренков,  
АО «ЦНИИ «Электрон»



**ЭЛЕКТРОН**

# Описание гибридного телевизионного прибора (ГТП)

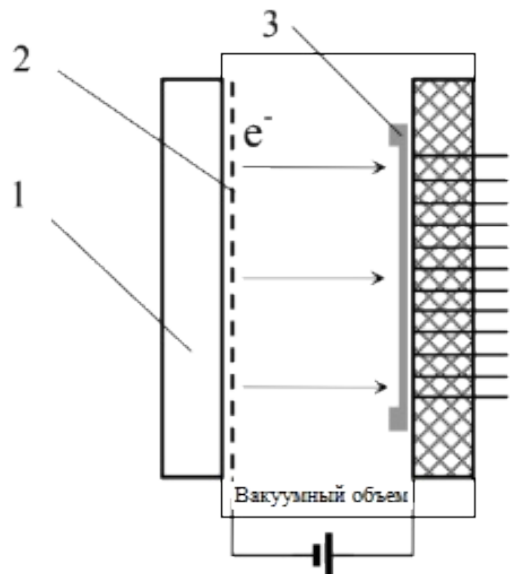
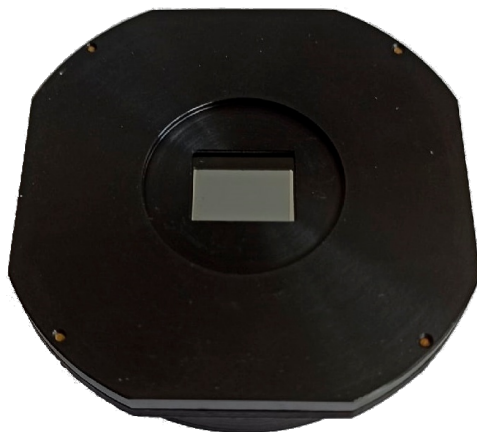


Схема прибора:

- 1 – входное окно;
- 2 – фотокатод;
- 3 – BSI ЭЧ матрица



Внешний вид  
ГТП с ЭЧ ППЗ

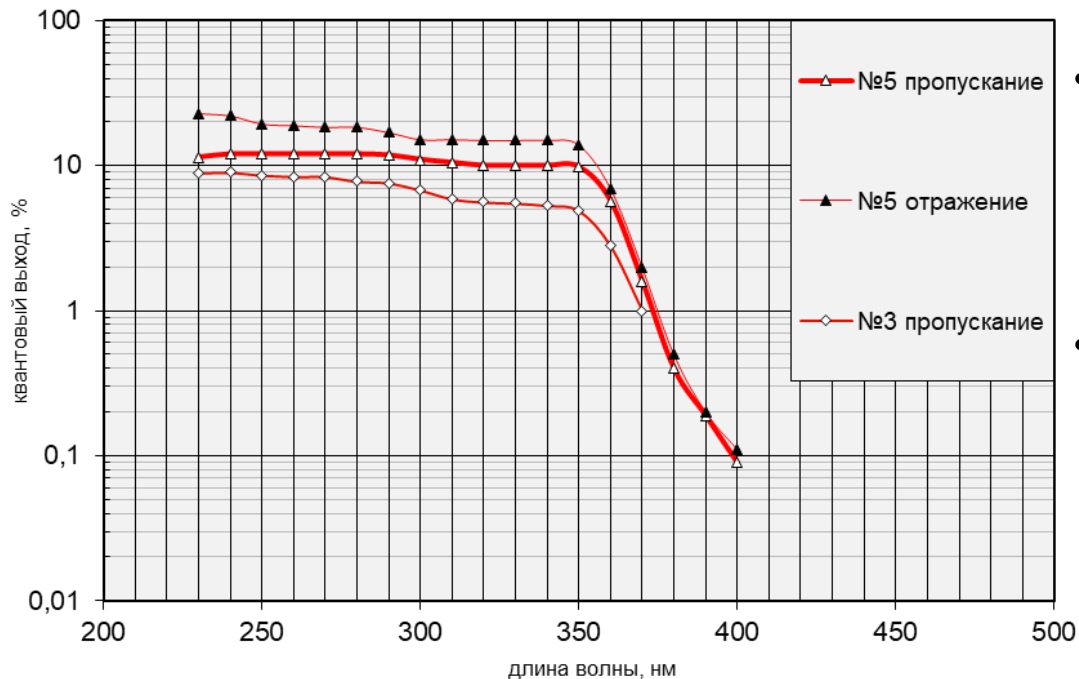
Внешний вид  
ГТП с ЭЧ КМОП

# Фотокатод GaN/Cs

Структуры GaN выращены методом МВЕ в ЗАО «НТО» на сапфировых подложках диаметром 2 дюйма и имели следующие параметры:

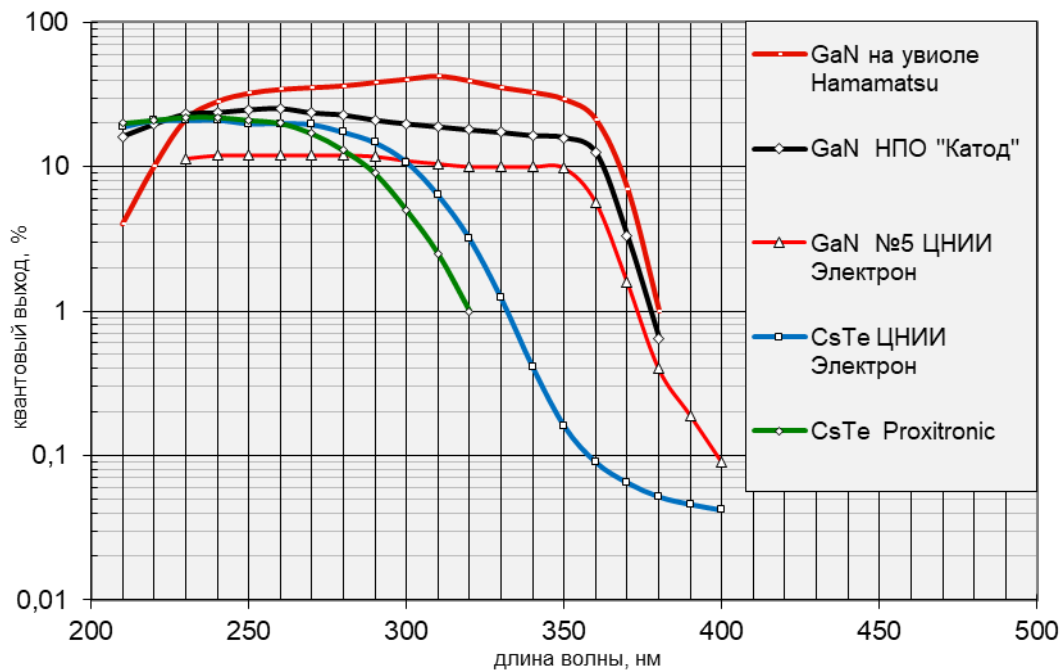
- Полированная поверхность со стороны эпитаксии, шлифованная - с тыльной стороны;
- Эпитаксиальные слои: AlN (буферный слой толщиной 200 нм), GaN (активный слой толщиной 100 нм);
- Размер образцов - 10x10 мм

# Фотокатод GaN/Cs



- Исследование образцов осуществлялось в высоковакуумной камере ( $P < 1 \cdot 10^{-8}$  Па);
- Измерения фотоэмиссии осуществлялись при тыловом (пропускание) и фронтальном (отражение) освещении при комнатной температуре;

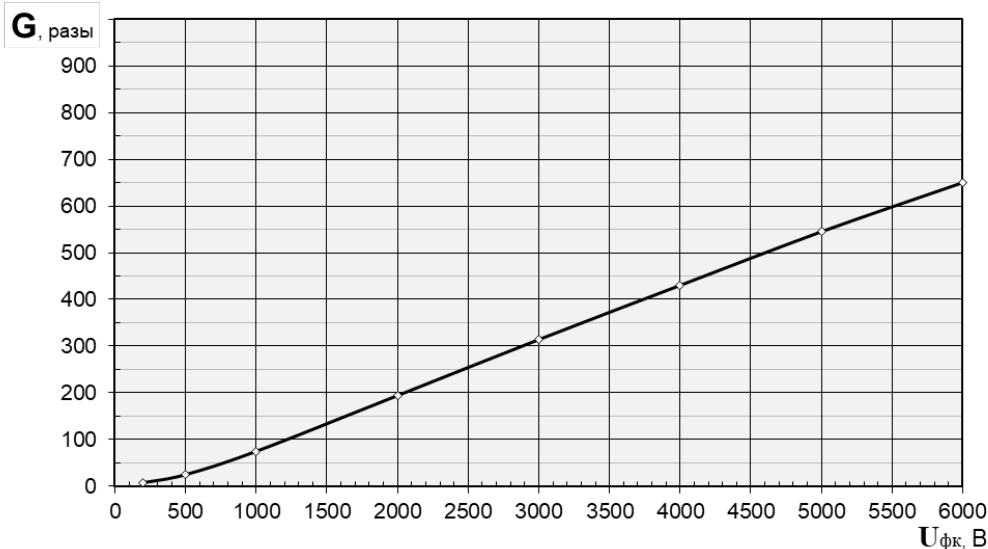
# Сравнение УФ фотокатодов



Максимальный квантовый выход в области 240-360 нм имеет GaN фотокатод на увиолевом стекле, изготовленный в Hamamatsu Photonics. Данный фотокатод изготовлен по особой технологии на инверсной структуре, которая была выращена на кремнии, а затем перенесена методом термодиффузии на увиолевое стекло с последующим

# Чувствительность ЭЧ ППЗ

$$G = \frac{N_{out}}{N_{in}} \rightarrow \begin{matrix} N_{out} = \frac{U_c}{K} \\ N_{in} = \frac{J_{\Phi} t}{e S_{\text{пикс}}} \end{matrix} \quad G = \frac{U_c e}{K J_{\Phi} t S_{\text{пикс}}}$$



o  $G_{\text{теор}} = 1000 (U_{\text{фк}} = 4 \text{ кВ})$

o  $G/G_{\text{теор}} \approx 0,4$

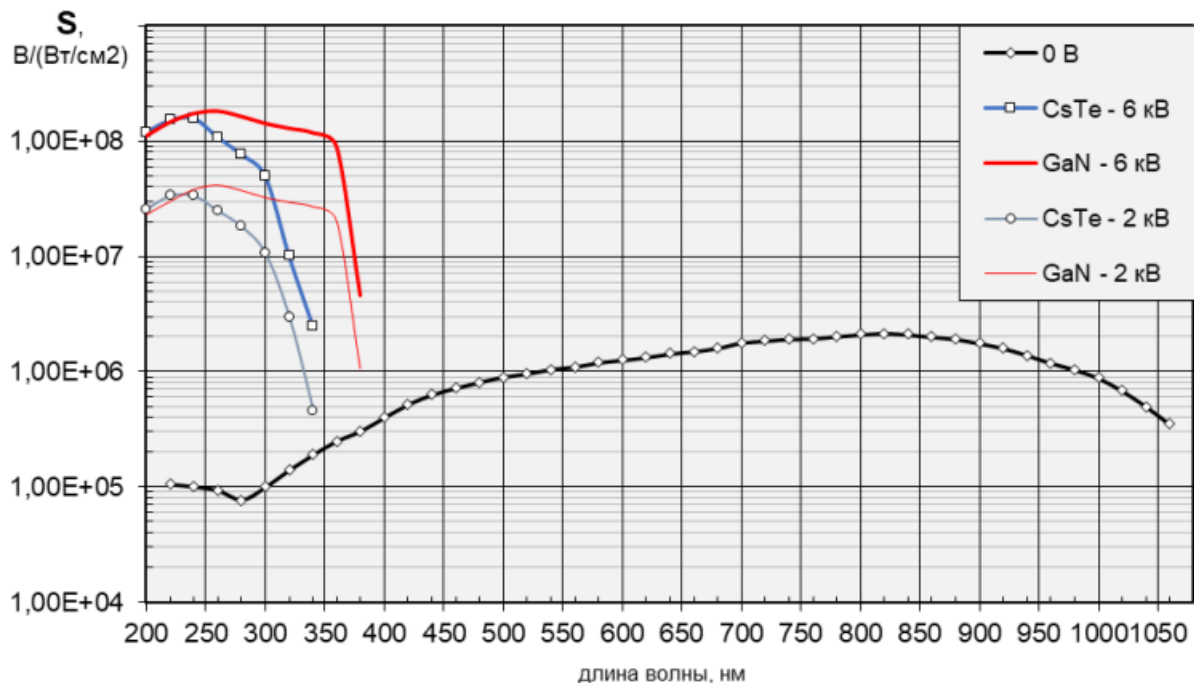
o Уровень шума

$150 \div 200 [e^{-\times (t_{\text{кадра}} \times \text{пикс})^{-1}}]$

o Сигнал/шум  $> 1 (G =$

**200)\***  
 \* При регистрации единичного кванта излучения

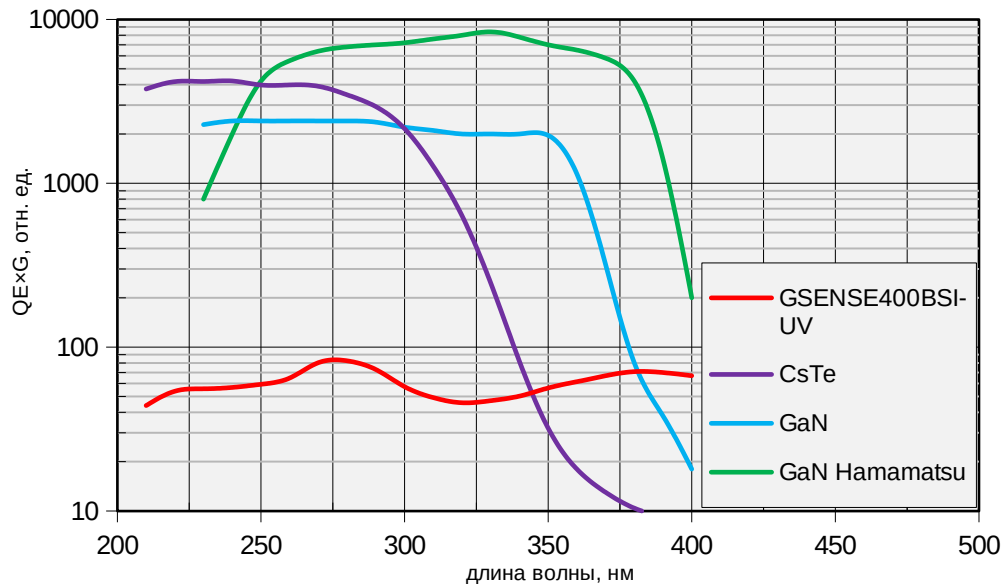
# Спектральные характеристики ГТП с ЭЧ ППЗ



При регистрации в области  $\leq 240$  нм целесообразно использовать CsTe фотокатод, в области 240-360 нм – GaN/Cs.

*CsTe фотокатод - эксперимент*  
*GaN/Cs фотокатод - расчёт*

# Чувствительность с ЭЧ КМОП



o Средний уровень шума

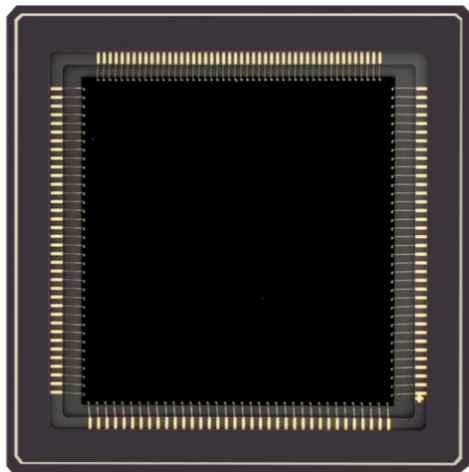
$$40 [e^{-} \times (t_{\text{кадра}} \times \text{пикс})^{-1}]$$

o Сигнал:шум = 5:1 ( $G = 250$ )\*

o Предельная чувствительность ЭЧ КМОП GSENSE400BSI-PS в составе ФПУ с УФ катодом в 20 раз выше, чем версия ФПУ с КМОП GSENSE400BSI-UV

\* Теоретически рассчитанное значение при регистрации единичного кванта излучения

# ГТП с ЭЧ КМОП с $t_{\text{кадра}} = 1 \text{ мс}$

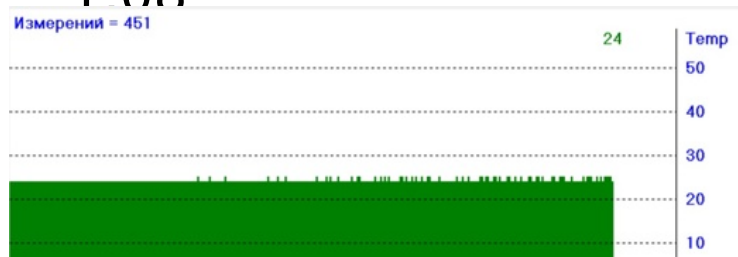


GPixel  
«GSENSE400BSI»

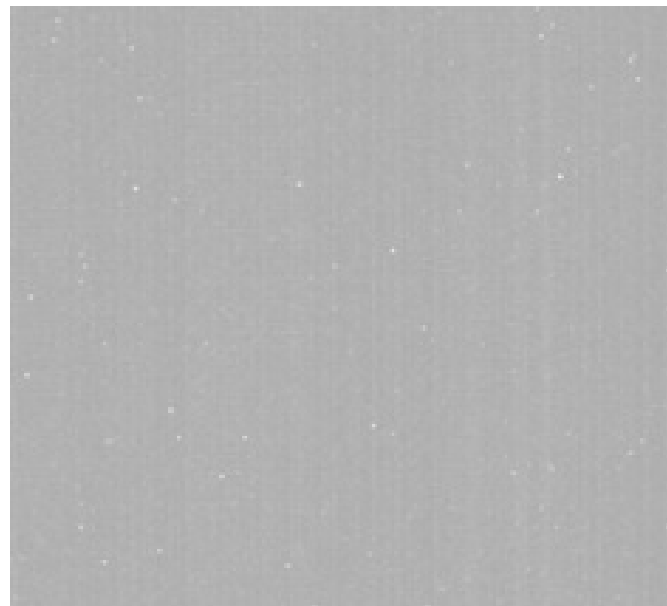
- Кадровая частота КМОП составляет 48 fps ( $t_{\text{кадра}} = 21 \text{ мс}$ );
- При  $t_{\text{кадра}} = t_{0\text{кадра}}$  для всех режимов работы сигнал построчно (rolling shutter) снимается со всей поверхности матрицы (2048x2048 пикс);
- При  $t_{\text{кадра}} = 1 \text{ мс}$  изображение будет получено на 98 строках матрицы (2048x98 пикс).

# ГТП с ЭЧ КМОП с $t_{\text{кадра}} = 1 \text{ с}$

- Темновой сигнал =  $600 [e^- \times (t_{\text{кадра}} \times \text{пикс})^{-1}]$   
(при  $t_{\text{кадра}} = 1 \text{ с}$ ,  $T_{\text{к}}$ )
- При  $G = 650$  сигнал/шум = 1.08



Изменение температуры кристалла за 5 мин



Фрагмент темного изображения

## Заключение

- Получены образцы фотокатодов GaN/Cs (QE = 10%), CsTe (QE = 20%);
- GaN/Cs подходит для 240-360 нм, CsTe для  $\leq 240$  нм;
- Можно повысить QE GaN/Cs до 30%;
- Теоретически показана возможность изготовления прибора по ТТ на базе сенсора GSENSE400BSI-PS.

Спасибо за внимание!



ЭЛЕКТРОН