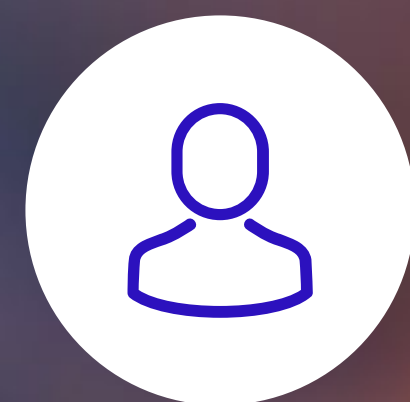


Фотоника в ДЗЗ, Актуальные потребности перспективы, тренды

24, 25 Июня 2025 г.



Тышкунов Николай Викторович
Директор Научно-технического центра
Красногорский завод им С.А. Зверева

Основная информация об организации

Основная деятельность организации в области технологий
оптоэлектроники и фотоники (кратко)

Аппаратура дистанционного
зондирования Земли из
Космоса

Системы контроля космического
пространства

Системы управления огнем для
авиационной и бронетанковой
техники

Ключевые изделия фотоники, производимые организацией

ОЗА Геотон и ГСА
(КА Ресурс-П)
ОЗА Аврора (КА Аист-2Т)

Комплекс контроля
космического пространства
ОКНО

ОПС-28М (вертолет МИ-28НМ)
ОПС-28 (вертолет МИ-28)

Приоритетные проблемные вопросы фотоники в РФ

Приоритетные проблемные вопросы в области фотоники,
которые требуют решения

**Производство BSI-сенсоров
(матриц с обратной
засветкой)**

Разработка КМОП-TDI с
пикселем менее 10 мкм

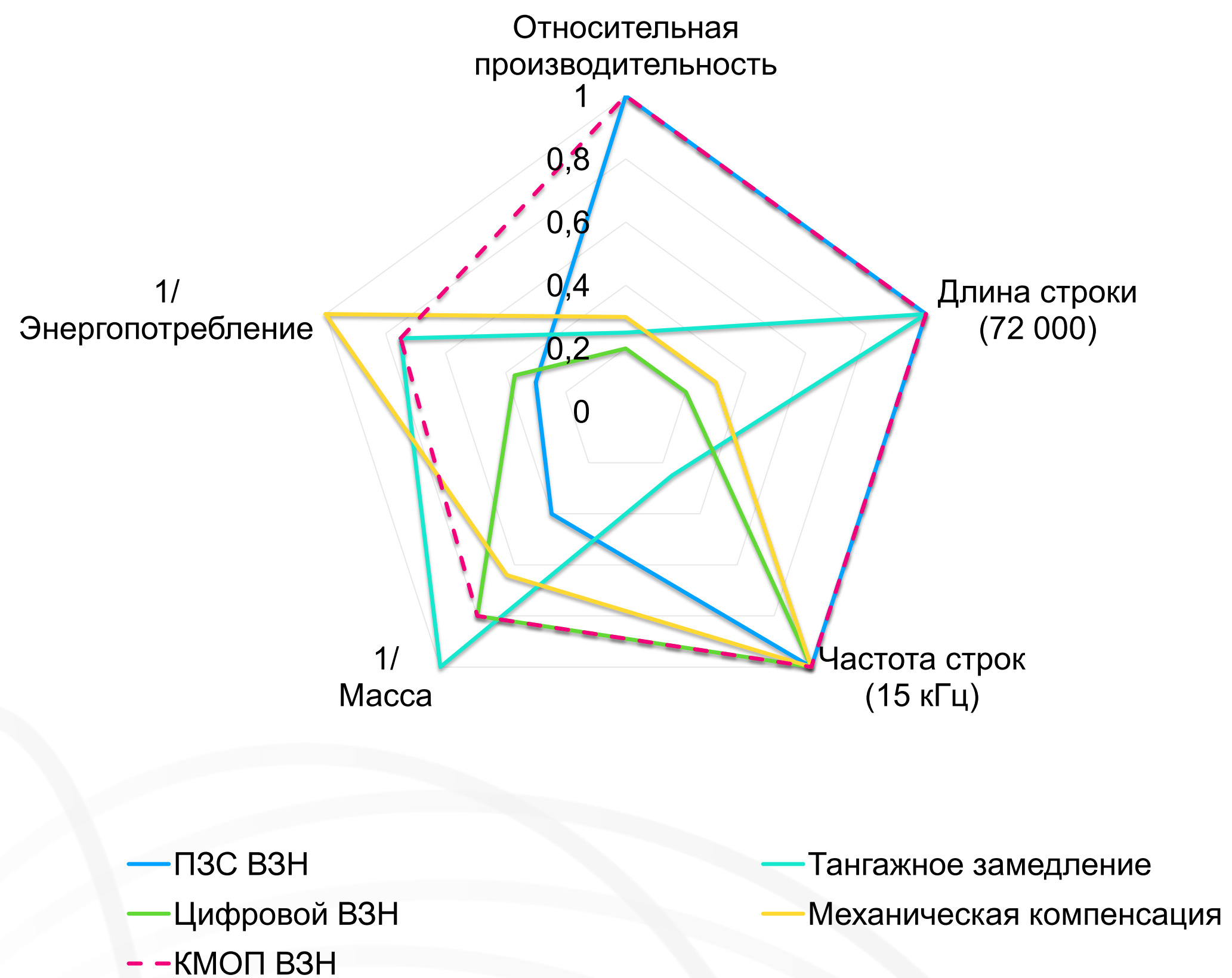
Интеграция PIC и элементов
машинного зрения на борту КА(
ИИ предобработка)

**Серийное производство
сенсоров в ближнем и
среднем ИК-диапазоне (SWIR,
MWIR)**

ПАРАМЕТРЫ МИРОВЫХ СИСТЕМ ДЗЗ ВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ

КА	Страна	Количество каналов	Спектральный диапазон (0,4–1,0 мкм)	GSD, м	
				Панхром	Видимый и ближний ИК
<i>GeoEye-1</i>	США	5		0,41	1,64
<i>JL-1 GXA</i>	Китай	5		0,50	2,00
<i>Cartosat-3</i>	Индия	5		0,28	1,14
<i>SkySat</i>	США	5		0,90	2,00
<i>CAS 500</i>	Южная Корея	5		0,50	2,00
<i>Beijing-3A1</i>	Китай	5		0,50	2,00
<i>JL-1 GF04A</i>	Китай	5		0,30	1,20
<i>WorldView Legion</i>	США	9		0,29	1,16
<i>KompSat-7</i>	Южная Корея	5		0,50	2,00
<i>ResourceSat-3S</i>	Индия	5		1,25	2,50





- . **Фотоприемники нового поколения:** CMOS-TDI, BSI-CCD, интегрированные фотонные сенсоры (PIC) — критичны для задач субметрового ДЗЗ, Лидаров и ночной съёмки.
- . **ИК-диапазон (SWIR/MWIR):** необходимо импортонезависимое производство матриц на базе InGaAs, SLS и PtSi для мониторинга, обороны и атмосферы.
- . **Фотонные интегральные схемы (PIC):** для компактной спектроскопии, обработки изображений на кристалле и лазерной связи.
- . **Квантовые и сверхчувствительные сенсоры (EMCCD, SPAD, QD-FPA):** для слабосигнальных и «ночных» задач.

Предложения на период до 2030 года



- . Разработка и опытное производство CMOS-TDI сенсоров с пикселем ≤ 10 мкм, ≥ 64 TDI-фаз, встроенными АЦП.
- . Освоение отечественной BSI-технологии для ПЗС и КМОП.
- . Создание опытных партий InGaAs и SLS-сенсоров в диапазоне 0,9–5 мкм.
- . Запуск пилотных линий PIC на базе Si и SiN для спектрометрии.

Предложения на период до 2045 года

- . Массовое внедрение интеллектуальных фотоприемников с адаптивной чувствительностью и встроенной нейрообработкой.
- . Развитие квантовых сенсоров (QD, NV-центры в алмазе) и интеграция в космические системы.
- . Полный переход на отечественные PIC и их включение в модульные платформы (КА, БПЛА, ретрансляторы).
- . Международная кооперация в рамках альянсов с дружественными странами.

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

Направление развития и их актуальность	Предложения по развитию до 2030 года	Предложения до 2045 года	Компетенции и задел в РФ	Уровень зарубежных технологий	Оценка эффекта от внедрения	Потенциальные исполнители
BSI-матрицы (CCD и CMOS)	Создание опытного техпроцесса BSI в РФ, выпуск пилотных партий CCD и CMOS с задней засветкой, формирование базы КМОП-производства.	Переход к массовому выпуску BSI-матриц с пикселем ≤ 5 мкм, 3D-интеграция с АЦП, спектральными фильтрами.	АО «НПП «ЭЛАР», МФТИ, ФИАН, ИТМО — частичная компетенция по BSI, нет серийных КМОП-BSI.	Sony, GPixel, Teledyne — BSI используется повсеместно, пиксели до 2.5 мкм.	Рост чувствительности сенсоров на 30–50%, возможность компактных многоцелевых камер.	Холдинг «Швабе», НПО «Орион» (ИК-направления), АО МЗ «Сапфир» ЦНИИ «Электрон», АО «НПП «ЭЛАР», МФТИ, ФИАН, ЦНИИ «Электрон», АО «НПП «ЭЛАР», МФТИ, ФИАН,
КМОП-TDI сенсоры нового поколения	Разработка КМОП-TDI сенсоров с пикселем ≤ 10 мкм, ≥ 64 фазами, интеграцией АЦП и глобальным затвором.	Внедрение нейроморфных функций в КМОП-сенсоры (адаптивный динамический диапазон, встроенное ML-распознавание).	Нет серийных решений, ведутся ОКР в ОКБ «Планета», МФТИ, ЦНИИ «Электрон».	Teledyne e2v, GPixel — 64-128 фаз TDI, до 24 ГГц, глобальный затвор, BSI.	Повышение скорости съёмки в 5–10 раз, снижение энергопотребления, цифровой выход.	Холдинг «Швабе» МФТИ, ЦНИИ «Электрон»
Сенсоры ближнего и среднего ИК-диапазона (SWIR, SLS)	Локализация производства InGaAs- и SLS-сенсоров, создание линейки отечественных прототипов для ДЗЗ.	Создание широкополосных SWIR/MWIR FPA на отечественных матрицах, в том числе с квантовыми точками.	Только лабораторные образцы; отсутствует серийное производство.	Teledyne, FLIR, NASA — серийные SWIR/SLS сенсоры до 2048×2048, охлаждение до 70 К.	Расширение диапазона наблюдения до 5–12 мкм, устойчивость к перегреву и радиации.	ФИАН, Институт физики полупроводников СО РАН, МГУ, ИОФ РАН
Фотонные интегральные схемы (PIC) на Si/SiN	Проектирование PIC для оптических спектрометров и распределённых фотонных систем в ДЗЗ, испытания на борту.	Интеграция PIC с ИИ-модулями, массовое применение в миниатюрных спутниковых платформах.	Исследования на уровне лабораторий (ФИАН, МФТИ, ИОФ РАН), нет серийных PIC.	Intel, Lumentum, CSEM — массовое производство PIC, включая лазерные каналы и спектрометры.	Миниатюризация сенсоров, рост функциональности, интеграция в спутники малого класса.	ФИАН, МФТИ, ИОФ РАН, ОКБ «Планета»

Спасибо за внимание!



24, 25 Июня 2025 г.