

УДК 621.383
EDN: DTQYII

PACS: 85.60-q

**XXVIII Международная научно-техническая конференция
по фотоэлектронике и системам технического зрения (обзор)**

© И. Д. Бурлаков*, А. В. Полесский, М. В. Якушев

ГНЦ РФ АО «НПО «Орион», Москва, 111538 Россия

* E-mail: orion@orion-ir.ru

Статья поступила в редакцию 6.07.2026; после доработки 25.07.2026; принята к публикации 06.08.2026

27–29 мая 2026 года состоялась XXVIII Международная научно-техническая конференция по фотоэлектронике и системам технического зрения. Настоящий обзор содержит систематизированный анализ наиболее значимых докладов, представленных на пленарных, устных и стендовых секциях.

Ключевые слова: фотоэлектроника, инфракрасные фотоприемники, матричные фотоприемные устройства, коллоидные квантовые точки, микроболометры, электронно-оптические преобразователи, системы технического зрения.

DOI: 10.51368/2307-4469-2026-14-4-301-307

Введение

27–29 мая 2026 года в Москве состоялась XXVIII Международная научно-техническая конференция по фотоэлектронике и системам технического зрения. Организатором конференции выступил Государственный научный центр Российской Федерации АО «НПО «Орион» при поддержке Минпромторга России, Минобрнауки России, Госкорпорации «Ростех», холдинга АО «Швабе», Фонда перспективных исследований и Русского оптического общества. Конференция была приурочена к 80-летию со дня основания НИИ 801 – института электронной оптики и инфракрасной техники, преобразованного впоследствии в НПО «Орион» и получившего в 1994 году статус Государственного научного центра Российской Федерации. Тематика конференции охватывала широкий спектр направлений: материалы фотосенсорики и новые технологии, электроника обработки сигналов, техника тепловидения и ночного видения, метрология приёма оптического излучения, микрокриогенная техника. В рамках конференции также работала выставка научно-технических достижений организаций-участников.

В работе конференции приняли участие более 400 учёных, специалистов, преподавателей, аспирантов и студентов из 86 организаций России и зарубежья, представлено свыше 150 докладов.

Первый день работы конференции был посвящен пленарным докладам, обсуждению наиболее актуальных проблем современной фотоэлектроники. Свои взгляды на ее современное состояние и перспективы развития изложили ученые и специалисты АО «НПО «Орион», АО «Швабе», Фонда перспективных исследований, АО «ЦНИИ «Электрон», ИФП им. А.В. Ржанова СО РАН, АО «НИИ «Полус» им. М.Ф. Стельмаха, ФИЦ проблем химической физики и медицинской химии РАН, ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений», Московского физико-технического института, Российского технологического университета (МИРЭА), ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, Института автоматики и электрометрии СО РАН, ОАО «НПО Геофизика-НВ», АО «ОКБ «Астрон».

Конференция привлекла внимание не только ученых, специалистов в области фото-

ники, фото- и оптоэлектроники, но и специалистов предприятий-потребителей и разработчиков систем технического зрения гражданского и двойного применения. Формат конференции включал пленарную сессию, стендовые доклады и доклады тематических секции, на которых заслушивались и обсуждались доклады по основным тематикам:

- Материалы фотосенсорики и новые технологии
- Электроника обработки сигналов
- Техника тепловидения и ночного видения
- Метрология приема оптического излучения
- Микрокриогенная техника

В рамках конференции были проведены заседания круглых столов по проектам Фонда перспективных исследований и по системам технического зрения.

В обзоре представлены результаты, доложенные на пленарных и секционных заседаниях, структурированные по основным тематическим направлениям.

1. Современное состояние и стратегические направления развития фотоэлектроники

На пленарном заседании был представлен доклад «Фотоэлектроника в НПО «Орион» – 80 лет» (И. Д. Бурлаков, В. П. Пономаренко, М. В. Якушев), в котором прослежена эволюция научно-производственных направлений предприятия – от полупроводниковой фотоэлектроники до крупноформатных матричных фотоприемных устройств на основе InSb, CdHgTe и InGaAs. Отмечена роль АО «НПО «Орион» в разработках и поставках фотоприемников нового поколения для различных отраслей промышленности, причем предприятие выполняет полный цикл работ – от фундаментальных исследований до серийного производства.

В докладе С. С. Татаурщикова и А. Н. Вязникова (АО «ЦНИИ «Электрон») представлены результаты разработки отечественных КМОП-матриц видимого диапазона на технологической базе АО «Микрон» с проектной нормой 180 нм. Достигнуты характеристики фотоприемника формата 2048×2048 элементов с размером пиксела 5,3×5,3 мкм (филл-фактор не хуже 40 %, тактовая частота

не менее 50 МГц). Обсуждались перспективы перехода на норму 90 нм для интеграции АЦП на кристалле, а также разработка фотоприемников с форматами 1/3 дюйма (752×584, до 450 Гц) и 1/2 дюйма (1280×1024, 100 Гц).

В докладе К. О. Болтаря, И. Д. Бурлакова, В. В. Старцева и М. В. Якушева «Перспективы развития инфракрасной фотоэлектроники в ГНЦ РФ АО «НПО «Орион» систематизированы основные технологические направления: МФПУ на основе InSb, CdHgTe, InGaAs, сверхрешеток I и II типов (QWIP и T2SL), а также на основе коллоидных квантовых точек. Отмечены тенденции: увеличение формата до мегапиксельных значений, уменьшение шага, переход на барьерные структуры, повышение рабочей температуры, развитие коллоидных квантовых точек, совершенствование микрокриогенных систем и внедрение цифровой обработки в кремниевых БИС считывания.

Руководитель центра перспективной электроники ФПИ А. В. Заблочкин в докладе «Меры поддержки разработок Фонда перспективных исследований» осветил механизмы финансирования предприятий различных форм собственности, подчеркнув эффективность кооперации разработчиков с производственными площадками. Его тезис о необходимости создания завода для серийного выпуска микроболометров («Время строить заводы») стал одной из ключевых идей конференции.

Таким образом, на пленарной сессии конференции были определены ключевые направления развития инфракрасной фотоэлектроники в Российской Федерации, включая создание мегапиксельных матриц, внедрение барьерных архитектур для повышения рабочих температур, освоение новых материалов (ККТ) и совершенствование схмотехники считывания. Отмечена необходимость развития технологической базы для серийного производства микроболометров.

2. Материалы пониженной размерности и новое поколение фотосенсорики

Доклад В. П. Пономаренко, В. С. Попова и М. А. Панкова «Нульмерная сенсорика. Состояние и перспективы» содержал анализ фотосенсоров на основе коллоидных кванто-

вых точек (ККТ). Представлены результаты российских работ по разработке матричных фотоприемных устройств (МФПУ) на основе ККТ (АО «НПО «Орион» совместно с МФТИ при поддержке ФПИ) по матричным фотодиодным структурам форматов 640×512 (шаг 15 мкм) и 1280×1024 (шаг 12 мкм) на основе n-ККТ PbS с фоточувствительностью в диапазоне 0,4–2,1 мкм, удельной обнаружительной способностью $(2-4) \cdot 10^{12} \text{ см} \cdot \text{Гц}^{1/2} \cdot \text{Вт}^{-1}$ при комнатной температуре.

В докладе В. С. Попова, В. П. Пономаренко, В. Ф. Разумова и В. В. Иванова «Материалы пониженной размерности и новое поколение ИК-фотосенсориков на их основе» подчёркнуто, что ККТ, графен и графеноподобные материалы снимают ограничения на шаг и формат матриц, расширяют спектральный диапазон и снижают стоимость. Показано, что уже реализованы матрицы формата 3064×2040 с шагом 7 мкм и минимальный шаг 1,62 мкм для диапазона 0,4–1,5 мкм. Показаны перспективы создания МФПУ ККТ HgTe для средневолнового диапазона.

Докладчики данной секции конференции утверждают: материалы пониженной размерности, особенно коллоидные квантовые точки, являются перспективной альтернативой традиционным эпитаксиальным структурам для SWIR- и MWIR-диапазонов, обеспечивая снижение стоимости, упрощение технологии и возможность работы без охлаждения. Достигнутые параметры (форматы, обнаружительная способность) приближаются к коммерческим требованиям.

3. Матричные фотоприемные устройства на основе InSb и HgCdTe

Секционные доклады были посвящены охлаждаемым МФПУ на основе антимонида индия и тройного соединения кадмий-ртуть-теллура (КРТ).

В докладе А. Е. Мирофьянченко, Е. В. Мирофьянченко, И. В. Новикова и соавторов «Охлаждаемые ИК МФПУ на основе InSb (100) и InSb (111)» проведён сравнительный анализ подложек с разной кристаллографической ориентацией. Установлено, что ориентация (111) обеспечивает лучшую пассивацию

за счёт естественного оксида с повышенным содержанием Sb_2O_5 , но требует специальных методов утонения (химико-механическая полировка). Показаны возможность снижения дефектности и улучшения качества тепловизионного изображения.

Е. В. Мирофьянченко и соавторы в докладе «Применение рентгеновских методов контроля пластин InSb(100) для производства ИК МФПУ» продемонстрировали эффективность высокоразрешающей рентгеновской дифрактометрии для выявления дислокаций и микродефектов; результаты коррелируют с данными селективного травления.

А. А. Лопухин и соавторы в докладе «Фотоэлектрическая взаимосвязь элементов МФПУ средневолнового ИК диапазона на основе антимонида индия с шагом до 12 мкм» исследовали МФПУ форматов 64×64 (шаг 40 мкм), 640×512 (15 мкм) и 1280×1024 (12 мкм). Показано, что при шаге менее 15 мкм взаимосвязь возрастает до 15 % из-за большой длины диффузии; утоньшение структуры уменьшает взаимосвязь, повышает квантовый выход и надёжность гибридизации.

По МФПУ на основе HgCdTe в докладе П. С. Лазарева и соавторов «Исследование фотоэлектрических параметров МФПУ на основе КРТ с механически утоньшенным эпитаксиальным слоем» представлены результаты для формата 640×512 (шаг 15 мкм) с эпитаксиальным слоем, выращенным ЖФЭ. Определены режимы планаризации поверхности (механическая полировка + жидкостное травление), обеспечивающие плоскостность не хуже 2 мкм. ЭШРТ составила 18 мК ($\lambda_{\text{гр}} = 4,4 \text{ мкм}$) и 25 мК ($\lambda_{\text{гр}} = 8,4 \text{ мкм}$). Отмечена неравномерность выходного сигнала, связанная с неоднородностью толщины эпитаксиального слоя.

В докладе К. О. Болтаря и соавторов «Исследование матричных фотоприемных устройств на основе барьерных структур КРТ средневолнового ИК диапазона спектра» представлены nVn-гетероструктуры CdHgTe с широкозонным барьером и со сверхрешеткой в качестве барьера. Для длинноволновой границы 5,13 мкм и 4,84 мкм получены средние значения обнаружительной способности $D^*_{\text{ср}} = 0,52 \times 10^{11}$ и $0,61 \times 10^{11} \text{ см} \cdot \text{Вт}^{-1} \cdot \text{Гц}^{1/2}$ соответственно, что подтверждает возможность создания МФПУ на таких структурах.

Таким образом, можно констатировать: достигнуты значительные успехи в создании охлаждаемых МФПУ на основе InSb и HgCdTe, включая мегапиксельные форматы, уменьшение шага до 12–15 мкм и переход на барьерные архитектуры (nBn), позволяющие повысить рабочую температуру. Разработаны методы контроля дефектности и гибридизации, улучшающие качество и надёжность приборов.

4. Микроболометрические матричные детекторы: прогресс и перспективы

В докладе Н. А. Шилейко и соавторов «Прогресс МЭМС технологий в разработках микроболометрических матричных детекторов» представлен обзор МЭМС-технологий. Основные материалы – оксид ванадия VOx и аморфный кремний a-Si; диоксид титана TiO₂ рассматривается как перспективный материал с низким шумом 1/f. В коммерчески доступных детекторах реализован шаг 12 мкм, достигнуты форматы до 2048×1536; магистральное направление – уменьшение шага до 8–10 мкм.

Доклад З. Ф. Худаярова и Н. А. Шилейко «Моделирование термомеханических деформаций, возникающих в МЭМС-структуре микроболометра при тепловых воздействиях» содержал результаты конечно-элементного моделирования микроболометра размером 12×12 мкм² при тепловом потоке до 10⁻⁶ Вт/см²; оценены напряжения ($\sigma_{\max}$ ~5–24 кПа), что позволяет оптимизировать геометрические параметры.

В докладе Г. А. Рудакова и соавторов проведён сравнительный анализ α -Si:H, VOx и TiOx. Отмечено, что TiOx обладает уникальным сочетанием технологической гибкости, термической стабильности и низкого уровня шумов.

К. В. Соколов, и соавторы в докладе «Матричные микроболометрические детекторы с расширенными функциональными возможностями» рассмотрели расширение спектрального диапазона (до 2–16 мкм), поляризационную чувствительность и спектральную селекцию с использованием плазмонных метаматериальных поглотителей (структура металл-изолятор-металл).

Таким образом, все докладчики сошлись во мнении: микроболометрические матрицы

достигли высокого уровня развития: шаг элементов – 12 мкм, форматы – мегапиксельные, ведутся работы по снижению шага до 8–10 мкм и расширению функциональности (поляризационная и мультиспектральная чувствительность). Создание отечественного производства таких детекторов является одной из приоритетных задач.

5. Электронно-оптические преобразователи и системы технического зрения

В докладе Ю. К. Грузевича и соавторов «Высокоэффективный электронно-оптический преобразователь III поколения» представлены достижения в области ЭОП на основе фотокатодов GaAs:GaAlAs на стекле по параметрам близких к лучшим зарубежным образцам. Рассмотрены перспективные материалы: GaAl_{1-x}N для УФ-диапазона и InP/InGaAs/InP для SWIR (0,9–1,7 мкм). Обсуждается проблема ионно-барьерной пленки на входе МКП, снижающей отношение сигнал/шум; предложены альтернативные решения: МКП из стекол без щелочных металлов и нанесение ионно-барьерных слоёв методом молекулярного наслаивания.

Доклад М. В. Меша и соавторов «Модификация микроканальных пластин методом молекулярного наслаивания» посвящён внутриканальному покрытию Al₂O₃ толщиной 4–50 нм. Установлено, что усиление возрастает до 13 раз при толщине 6–10 нм. Предложены многослойные покрытия с разделением функций (барьерный, резистивный, вторично-эмиссионный, защитный слой).

По результатам работы секции, можно сделать вывод, что ЭОП III поколения достигли высоких характеристик, приближающихся к мировому уровню. Перспективными направлениями являются разработка новых материалов для фотокатодов (УФ и SWIR) и модификация МКП методом молекулярного наслаивания для повышения отношения сигнал/шум и уменьшения гало.

6. Оптические системы нового поколения: от технологии до метрологии

В докладе А. В. Полесского и соавторов «Технологии прецизионного прессования линз – новое направление в промышленном произ-

водстве объективов с асферическими поверхностями» сообщено, о разработке ОКР по разработке технологии объективов для диапазонов 0,4–2,0 мкм и 8–14 мкм с линзами, получаемыми прецизионным прессованием. Освоены технологии четырёх халькогенидных стекол (заготовки – полированные шарики) и пяти бесцветных оптических стекол. Технология массового прессования позволит создать производство асферических линз из халькогенидов диаметром до 40 мм и до 100 мм из бесцветного стекла.

В докладе Ш. И. Зарипова и соавторов «Применение нейросетевых методов для контроля параметров оптических систем» представлен автоматизированный программный комплекс на основе искусственного интеллекта для анализа измерительных данных. Преимущества: снижение влияния человеческого фактора, сокращение времени измерений, стабильность результатов.

Доклад А. В. Лобачева и соавторов «Направления развития метрологического обеспечения инфракрасных и ультрафиолетовых фотоприемников и фотоприемных устройств первого и второго поколений» выявил проблемные вопросы: отсутствие стандартизированных методик измерения потребляемой мощности и разброса чувствительности; необходимость разработки новых средств измерений и создания гражданских эталонов. Решение этих задач требует консолидации институтов по метрологии и промышленных предприятий.

Резюмируя, можно утверждать, что освоение технологии прецизионного прессования асферических линз является важным шагом для импортозамещения в оптическом приборостроении. Внедрение нейросетевых методов контроля повышает эффективность и точность измерений. Необходимо дальнейшее развитие метрологического обеспечения для стандартизации и повышения качества выпускаемой продукции.

7. Технический облик перспективных приборов и систем

В докладе Ю.К. Грузевича и соавторов «Перспективные УФ оптико-электронные си-

стемы» рассматривались перспективные ультрафиолетовые (УФ) оптические телевизионные системы на основе УФ-фотодетекторов. Обсуждались области их применения, включая астрономию, экологический мониторинг, детектирование электрических разрядов и пламени, а также оборонные и охранные задачи. Особое внимание уделено «солнечно-слепому» и «видимо-слепому» спектральным диапазонам, характеризующимся минимальным фоновым шумом. Описаны современные фотокатодные материалы, в частности структуры GaN/AlGaIn с высокой квантовой эффективностью, а также фотодетекторные модули с аналоговым и цифровым выходом. Показана их интеграция с сенсорами видимого диапазона для создания мультиспектральных систем, позволяющих выявлять дефекты линий электропередач, проводить радиационный мониторинг из космоса.

В докладе О. И. Потатуркина и В. П. Косых «Методы и программно-алгоритмическое обеспечение детектирования объектов на изображениях реальных сцен по спектральным и пространственным признакам» предложены и программно реализованы методы обработки наборов мульти- и гиперспектральных изображений для формирования репрезентативной системы признаков, предназначенной для классификации природных и антропогенных объектов на сценах реальных сцен. Докладчики сообщили о разработке метода повышения достоверности нейросетевого обнаружения разноразмерных объектов различных классов за счёт фрагментарной обработки исходных изображений высокого разрешения и применения двух нейронных сетей, обученных на непересекающихся наборах классов. Также предложен метод нейросетевого обнаружения малоразмерных объектов на пространственно-неоднородном фоне.

Рассмотрение проблематики систем технического зрения также было продолжено на состоявшемся в рамках Конференции круглом столе «Системы технического зрения для БПЛА», на котором было отмечено, что отечественный рынок систем технического зрения находится на этапе активного формирования.

Заключение

XXVIII Международная научно-техническая конференция по фотоэлектронике и системам технического зрения показала высокий уровень научно-технических разработок в области инфракрасной фотосенсорики. На основе анализа представленных докладов можно выделить следующие основные тенденции и направления развития отрасли:

1. **Разработка охлаждаемых МФПУ третьего поколения** – увеличение форматов до мегапиксельных значений, уменьшение шага фотоэлементов (до 12–15 мкм и менее), переход на барьерные архитектуры (nBn, XBn, T2SL) для повышения рабочей температуры и снижения массогабаритных характеристик.

2. **Активное развитие неохлаждаемых матричных фотосенсоров на основе коллоидных квантовых точек** – достигнуты форматы до 3064×2040, шаг до 7 мкм, обнаружительная способность $>10^{12}$ см·Гц^{1/2}·Вт⁻¹ при комнатной температуре; ведутся работы по расширению спектрального диапазона до MWIR и LWIR.

3. **Прогресс в области микроболометрических детекторов** – реализованы шаг 12 мкм, мегапиксельные форматы; ведутся работы по уменьшению шага до 8–10 мкм, расширению спектрального диапазона, внедрению поляризационной и мультиспектральной чувствительности; создание отечественного производства признано приоритетной задачей.

4. **Совершенствование ЭОП и систем ночного видения** – достигнуты параметры, близкие к мировым аналогам; перспективными являются новые материалы для фотокатодов (УФ, SWIR) и модификация МКП методом молекулярного насаивания.

5. **Освоение новых оптических технологий** – прецизионное прессование асферических линз из халькогенидных и бесцветных стекол позволяет создавать объективы для

широких спектральных диапазонов; внедрение нейросетевых методов контроля повышает точность и автоматизацию измерений.

6. **Развитие метрологического обеспечения** – необходимо создание стандартизированных методик и новых средств измерений, а также гражданских эталонов для обеспечения качества и воспроизводимости параметров.

7. **Создание приборов и систем на основе новых ФПУ** – тепловизионные приборы вождения, системы тестирования с использованием нейросетей, ИК-радиометры с поляризационной чувствительностью – определяют облик аппаратуры ближайшего десятилетия.

Решение перечисленных задач, наряду с развитием отечественной технологической базы (эпитаксиальное и планарное оборудование, прецизионная оптика), является необходимым условием для достижения технологического суверенитета России в области фотоэлектроники и систем технического зрения.



Участники высоко оценили работу конференции в целом: как научно-технические результаты, так и общую атмосферу проведения мероприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы XXVIII Международной научно-технической конференции по фотоэлектронике и системам технического зрения. – М.: АО «НПО «Орион», 2026.

XXVIII International Scientific and Technical Conference on Photoelectronics and Machine Vision Systems (review)

I. D. Burlakov^{*}, A. V. Poleskiy, and M. V. Yakushev

RD&P Center ORION, JSC, Moscow, 111538 Russia

^{}E-mail: orion@orion-ir.ru*

Received 6.07.2026; revised 25.07.2026; accepted 06.08.2026

The XXVIII International Scientific and Technical Conference on Photoelectronics and Machine Vision Systems was held on May 27–29, 2026. A brief overview of the papers presented is provided.

Keywords: photoelectronics, infrared photodetectors, matrix photodetectors, colloidal quantum dots, microbolometers, image intensifier tubes, machine vision systems.

REFERENCES

1. Proceedings of the XXVIII International Scientific and Technical Conference on Photoelectronics and Vision Systems. – Moscow: RD&P Center ORION, 2026.

Об авторах

Бурлаков Игорь Дмитриевич, д.т.н., заместитель генерального директора по инновациям и науке, профессор, АО «НПО «Орион» (111538, Россия, Москва, ул. Косинская, д. 9). E-mail: idbur@orion-ir SPIN-код: 6042-3634, AuthorID: 171368

Полесский Алексей Викторович, д.т.н., директор по НИОКР, АО «НПО «Орион» (111538, Россия, Москва, ул. Косинская, 9). E-mail: poleskiyav@orion-ir.ru SPIN-код: 3992-4520, AuthorID: 571156

Якушев Максим Витальевич, д.ф.-м.н., генеральный директор, АО «НПО «Орион» (111538, Россия, Москва, ул. Косинская, д. 9). SPIN-код: 2025-2315, AuthorID: 33282