

Фотоэлектроника. Век XXI

(Обзор материалов Юбилейной XXV Международной научно-технической конференции и школы по фотоэлектронике и приборам ночного видения)

А. И. Дирочка, Е. Л. Чепурнов, А. В. Егоров

24–26 мая 2018 года состоялась Юбилейная XXV Международная научно-техническая конференция по фотоэлектронике и приборам ночного видения. Приведен краткий обзор представленных докладов.

Ключевые слова: фотоэлектроника, конференция, доклад, фотоприемное устройство, прибор ночного видения.

Введение

Юбилейная XXV Международная конференция по фотоэлектронике и приборам ночного видения, выставка и школа молодых специалистов [1, 2] проведены 24–26 мая 2018 года в Москве на базе Государственного научного центра Российской Федерации Акционерного общества «НПО «Орион» при поддержке:

Министерства образования и науки Российской Федерации;

Министерства промышленности и торговли Российской Федерации;

Государственной корпорации «Ростех»;

Акционерного общества «Швабе»;

Российского фонда фундаментальных исследований;

Оптического общества им. Д. С. Рождественского.

Работа конференции проводилась по следующим тематическим направлениям:

- Твердотельная фотоэлектроника;
- Вакуумная фотоэлектроника. Приборы ночного видения;
- Электронно-оптические системы. Тепловидение. Теплопеленгация;
- Материалы фотосенсорики;
- Лазерная техника;
- Телемедицина.

Конференция проводилась в новом формате:

- были сделаны устные и стендовые доклады о современных направлениях фотоэлектроники;
- проведены круглые столы и дискуссионные площадки по актуальным вопросам фотоэлектроники;
- представлена выставка инновационных проектов компаний – участников конференции;
- прошли start-up сессии;
- работали интерактивные площадки по вопросам создания и развития новых материалов в фотосенсорике и телемедицине.

В работе конференции приняли участие более 500 ученых и специалистов из 103 научных организаций России, Белоруссии, Украины, Азербайджана и Китайской Народной Республики.

Конференцию открыл генеральный директор ГНЦ РФ АО «НПО «Орион» Евгений Леонидович Чепурнов.



С приветственным словом к участникам и гостям конференции обратился первый заместитель генерального директора – заместитель по НИОКР и инновационному развитию АО «Швабе» – руководитель приоритетного технологического направления «Фотоника и оптоэлектроника» Сергей Викторович Попов.

Дирочка Александр Иванович, главный специалист, профессор, д.ф.-м.н.

Чепурнов Евгений Леонидович, ген. директор, к.э.н.

Егоров Александр Васильевич, ученый секретарь, доцент, к.т.н.

АО «НПО «Орион».

Россия, 111538, Москва, ул. Косинская, 9.

Статья поступила в редакцию 28 августа 2018 г.

© Дирочка А. И., Чепурнов Е. Л., Егоров А. В., 2018

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», АО «ЦНИИ «Электрон», ИФП им. А.В. Ржанова СО РАН, АО «Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля», ПАО «Красногорский завод им. С.А. Зверева», ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений», Московского физико-технического института (ГУ), Российского технологического университета (МИРЭА), ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, Российского института радионавигации и времени, Института автоматики и электрометрии СО РАН.



Конференция, впервые проводившаяся в новом формате, привлекла внимание многочисленных научных коллективов, в том числе занимающихся телемедициной, авиастроением, вопросами беспилотного транспорта и робототехники. Интерактивные площадки, дискуссионные столы, занятия по теории изобретательства и маркетингу, конкурс по новым идеям в оптоэлектронике и фотосенсорике были призваны стимулировать научную мысль и подтолкнуть молодых исследователей, аспирантов и студентов ВУЗов – участников конференции – к новым научным свершениям.

Современные тенденции развития фотоэлектроники

Основополагающие работы в этом направлении представлены АО «НПО «Орион», АО «ЦНИИ «Электрон», ИФП СО РАН, ФТИ РАН.

В докладе заместителя генерального директора по инновациям и науке АО «НПО «Орион», д.т.н., профессора И.Д. Бурлакова и др. «Современное состояние и тенденции развития фотоэлектроники» показано, что в последнее десятилетие в фотоэлектронике отчетливо наметился ряд новых направлений. Они связаны, в основном, с развитием быстродействующих и многоспектральных

матричных фотоприемных устройств (МФПУ), лавинных фотоприемных модулей для инфракрасного 3D-видения, с проблемой повышения рабочей температуры фоточувствительного элемента, с разработкой схем считывания, с аналогово-цифровым преобразованием в ячейке, а также с созданием новых методов регистрации слабых оптических сигналов, в том числе и на новых физических принципах.

В последнее время начали реализовываться идеи использования в фотоэлектронике нанотехнологий низкоразмерных материалов и метаматериалов, что позволит расширить границы и возможности оптико-электронного приборостроения.

По мнению авторов, основные тенденции развития фотоэлектроники включают:

- многоспектральную фотоэлектронику на основе третьего поколения охлаждаемых двухспектральных МФПУ;

- разработку полупроводниковых структур и создание охлаждаемых МФПУ с повышенной рабочей температурой;

- твердотельную фотоэлектронику коротковолнового ИК-диапазона спектра (1–3 мкм), в том числе на основе лавинных фотодиодов из КРТ и InGaAs, позволяющих реализовать трехмерное видение;

- сверхпротяженные фотоприемные устройства из стыкуемых ВЗН модулей с числом каналов $> 10^4$ и числом стадий ВЗН накопления 10–12 и крупноформатные матрицы (до 6К×6К элементов) ближнего, среднего и дальнего ИК-диапазонов спектра;

- твердотельную фотоэлектронику ультрафиолетового (УФ) диапазона спектра излучения, направленную на разработку МФПУ, в том числе на основе твердых растворов GaN–AlN;

- совершенствование МФПУ путем уменьшения шага фоточувствительных элементов, увеличения числа элементов до мегапиксельных форматов, использование сложных гетероэпитаксиальных структур;

- использование новых физических принципов приема излучения, в том числе на основе низкоразмерных материалов.

Матричные фотоприемные устройства

МФПУ на основе КРТ, антимонида индия, GaAs/AlGaAs исследованы в ИФП СО РАН, АО «НПО «Орион», АО «ЦНИИ «Электрон» и др.

В частности, в докладе ИФП СО РАН (Сидоров Ю.Г.) сообщается о разработке технологий фотоприемных модулей на основе гетероэпитаксиальных (ГЭС) КРТ слоев, полученных молекулярно-лучевой эпитаксией (МЛЭ) на области

спектра 3–5 и 8–10 мкм формата до 2000×2000 элементов.

Разработанные технологии позволили изготовить КРТ матрицы на основе n на p -фотодиодов формата 320×256 (шаг 30 мкм), 384×288 (шаг 25 мкм), 640×512 (шаг 25 и 20 мкм) на спектральную область 3–5 и 8–10 мкм, как на подложках из арсенида галлия, так и кремния.

Получены первые образцы фотоприемных модулей для области спектра 1–3 мкм с фотодиодами p на n -формате 1024×1024 элементов на основе ГЭС КРТ на кремниевых подложках.

В рамках проведенных работ удалось решить проблемы с гибридизацией и изготовить первые гибридные охлаждаемые фотоприемные модули формата 2000×2000 элементов, чувствительные в диапазоне 3–5 мкм.

В АО «НПО «Орион» разработаны и серийно выпускаются МФПУ на объемном антимиониде индия формата 320×256 элементов с шагом 30 мкм и 640×512 с шагом 15 мкм с охладителем типа интегральный Стирлинг и электронным блоком сопряжения (докладчик Болтарь К.О.) Показаны перспективы перехода на использование молекулярно-лучевой эпитаксии для выращивания InSb, что позволяет реализовать потенциальные преимущества МФПУ на основе эпитаксиальных структур:

- уменьшение взаимосвязи элементов;
- уменьшение динамической взаимосвязи;
- снижение дефектности;
- повышение температуры криостатирования.

Приведены результаты исследования МФПУ с чувствительным эпитаксиальным слоем InSb на высоколегированных эпитаксиальных подложках InSb, как с выращенным p – n -переходом, так и p – n -переходом, полученным имплантацией ионов Be^+ .

Для МФПУ форматом 320×256 и 640×512 элементов из InSb экспериментально подтверждены преимущества МФПУ на основе эпитаксиальных структур по сравнению с объемными структурами как по пространственному разрешению, так и по темновым токам при повышенных температурах криостатирования МФЧЭ (90–110К).

Параметры МФПУ на основе многослойных структур с квантовыми ямами (МСКЯ) GaAs/GaAlAs обсуждались в докладе ИФП СО РАН (Дворецкий С.А.). Изложена технология создания МСКЯ GaAs/GaAlAs, обсуждены полученные результаты. Для формата 384×288 и 640×512 элементов результаты близки к параметрам аналога фирмы Sofradir, VEGA-LW (384×288 элементов) и SIRIUS-LW (640×512 элементов), несколько уступая по числу рабочих пикселей. В докладе представлены конструкция и технология изготов-

ления МФПУ формата 384×288 элементов с шагом 25 мкм для спектрального диапазона 8–10 мкм с кадровой частотой до 680 Гц и улучшенными функциональными возможностями, отвечающими современным требованиям. Применение системы микросканирования в тепловизионном канале на основе разработанного МФПУ позволяет получать бездефектное изображение в формате 384×288 и/или увеличить формат кадра до 768×576.

АО «ЦНИИ «Электрон» (Татауршиков С.С.) планирует в ближайшие пять лет разработать МФПУ ближнего и среднего ИК-диапазонов с числом элементов 1024×1024 на основе фоточувствительных диодов Шоттки.

Высокая чувствительность и разрешающая способность, малый уровень структурной помехи и возможность полной ее компенсации при межкадровом вычитании за счет жесткого цифрового раstra позволяет улучшить пространственное разрешение и чувствительность оптико-электронной системы (ОЭС).

Кроме того, применение монолитного кремниевого фотоприемника на основе диодов Шоттки обеспечит его стабильную работу ~30000 часов.

Фотоэлектроника УФ-области спектра

В настоящее время активно исследуется новый класс ФП – фотоприемники ультрафиолетового диапазона. Особое внимание привлекают приборы, работающие при длинах волн $\lambda < 290$ и < 260 нм, в которых отсутствует солнечная УФ-засветка в условиях околоземной атмосферы и ближнего космоса соответственно. Эти ФП важны, как для ультрафиолетовой локации, контроля уровня УФ-излучения Солнца, так и для исследований в ядерной физике.

Для разработки УФ-фотоприемников в диапазоне $\lambda = 210$ –360 нм наиболее перспективными считаются соединения в системе материалов (Al,Ga)N с максимальной шириной запрещенной зоны 6,1 эВ.

В работе «Фотопреобразователи УФ-диапазона на основе эпитаксиальных структур AlGaIn», представленной ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, ИФ НАН Белоруси, МИЭТ и ОИЯИ, изложены результаты разработки УФ-фотодиодов Шоттки и УФ-фотокатодов на основе AlGaIn гетероструктур, выращенных с помощью плазменно-активированной МЛЭ на сапфировых подложках.

Получены солнечно-слепые УФ-фотоприемники с тыльным освещением различного типа, включая УФ-фотодиоды Шоттки и УФ-фотокатоды с отрицательным сродством к электрону. Для первых приборов с диаметром активной области от 30 до 400 мкм максимальная чувстви-

тельность достигала 15 мА/Вт на длине волны 272 нм, которая падает на два порядка при $\lambda > 290$ нм.

Тарасов С.А. и Ламкин И.А. (СПбГЭТУ «ЛЭТИ») исследовали широкополосные и ультра-селективные УФ-фотоприемники на основе барьера Шоттки Au-AlGaIn.

Созданы приборы, отвечающие требованиям к солнечно-слепым и видимослепым ФП с $\lambda_c < 300$ нм и $\lambda_c < 360$ нм.

Селективность чувствительности достигалась с помощью эффекта широкозонного окна. Для этого были изготовлены структуры GaAlN с различными составами слоев. При освещении структуры со стороны металла наблюдался широкий спектр фотоответа, а при освещении со стороны сапфировой подложки – узкополосный.

На основе структур Au-Al_xGa_{1-x}N авторам удалось получить ultrasелективные УФ-фотоприемники с полушириной спектра fotocувствительности 5–6 нм для диапазона 350–375 нм с чувствительностью до 140 мА/Вт.

В ФГУП «ВНИИ оптико-физических измерений» (Крутиков В.Н.) предполагается создать прибор, совмещающий ближний ИК- и УФ-диапазоны. Изложены характеристики разрабатываемого УФ-канала.

Технология материалов и приборов

Значительная часть докладов посвящена технологии фотоматериалов и приборов.

В докладе Мармалюка А.А. (АО «НИИ «Полос» им. М.Ф. Стельмаха») «МОС-гидридная эпитаксия полупроводников A³B⁵ для фотоэлектронных приложений» рассмотрены вопросы применения МОС-гидридной эпитаксии для формирования гетероструктур (ГС) для полупроводниковой фотоэлектроники.

Помимо традиционных типов, рассмотрены новые конструкции ГС. Представлены результаты по получению *nVp*-ГС для фотоприемников на область спектра 0,9–1,7 мкм, ГС для лавинных фотодиодов (ЛФД) этой же спектральной области. Показана применимость полученных ГС для изготовления многоэлементных фотоприемников на их основе.

Указаны пути получения ГС для фотоприемников с однозарядным транспортом носителей в активной области. Такие приборы имеют более высокий ток насыщения по сравнению с *pin*-фотодиодами.

Обсуждались также вопросы получения эпитаксиальных ГС для фотоприемников с более широким спектром fotocувствительности.

В ИФП СО РАН методом молекулярно-

лучевой эпитаксии выращены ГС теллурида кадмия и КРТ на кремниевых подложках с ориентацией (013) диаметром до 100 мм (Якушев М.В. и др.). Указанная ориентация позволяет выращивать слои КРТ с высокими параметрами в более широком диапазоне условий роста по сравнению с ГС на подложках Si с ориентацией (211).

Разработанная технология позволяет выращивать нелегированные и легированные индием пленки КРТ/Si с низкой плотностью морфологических дефектов.

Из полученных структур изготовлены МФПУ разного формата на длины волн 1–3, 3–5 и 8–14 мкм, работающих при температуре 77К и выше с параметрами не уступающими зарубежным аналогам. Для средневолнового диапазона впервые изготовили фотоприемник формата 2000×2000 элементов.

Влияние интерференционных многослойных покрытий, напыленных на матричной ФП формата 640×512 элементов из объемного InSb, на фотоэлектрические характеристики, адгезию и механическую прочность к растрескиванию, изучено в АО «НПО «Орион» (Болтарь К.О. и др.).

Установлено, что напыление многослойного покрытия (7 слоев SiO₂ и Si) толщиной от 2 до 7 мкм не приводит к отслоению и к грубым дефектам (трещины, отрывы). Исследование электрических характеристик показало, что формирование фильтра не приводит к увеличению поверхностной рекомбинации и слабо влияет на темновые токи.

В ИФП РАН разработана технология мощных СВЧ-фотодиодов на основе ГС InAlAs/InGaAs/InP (Дмитриев Д.В.) для линий оптоволоконной связи и систем радиофотоники. Исследованы физико-химические и технологические процессы изготовления меза-структур на основе ГС InAlAs/InGaAs: жидкостного и сухого травления ГС, формирования пассивирующих покрытий, создание омических контактов и формирования барьера Шоттки. Изготовлены макеты СВЧ-фотодиодов и изучены их статические и динамические параметры.

Тепловизионные и оптико-электронные приборы

Основные доклады представлены: АО «НПО «Орион», АО «МЗ «Сапфир», АО «ЦНИИ «Электрон», ОАО «НПО «Геофизика-НВ», АО «ГРПЗ», ОАО «Гран», ФГУП «ВНИИА им. Духова», АО «РКС», АО «ПО «УОМЗ», АО НПО «ГИПО» и ИАЭ СО РАН, МВТУ, МГУ и др.

Обсуждены вопросы, касающиеся оптических приборов на спектральную область от ультрафиолета до дальнего ИК.

Разработке низкоуровневых гибридных

приборов на основе фотокатодов с отрицательным сродством к электрону и матриц ПЗС с электронной бомбардировкой с тыльной стороны посвящены работы ОАО «НПО «Геофизика-НВ» (Балясный Л.М.) и АО «ЦНИИ «Электрон» (Миранов Д.Е., Айнбунд М.Р.). Обычно для работы в ночных условиях используются низкоуровневые ТВ-камеры на основе электронно-оптического преобразователя (ЭОП) III-го поколения, состыкованного с фоточувствительной матрицей ПЗС (ФЧ ПЗС) через волоконно-оптический элемент. Естественно, что каждое преобразование оптического изображения в потоке фотоэлементов и обратно приводит к искажению входного изображения, т.е. необходимо уменьшать количество преобразований изображения, например, за счет удаления волоконно-оптического элемента с введением в ЭОП электронно-чувствительной матрицы ПЗС (ЭЧ ПЗС) с бомбардировкой фотоэлектронами. В такой структуре возникает проблема транспортировки носителей сигнала (дырок) в потенциальные ямы ЭЧ ПЗС. Для улучшения параметров использовались p^+ -слои, получаемые имплантацией бора. Оптимизируя энергию пучка ионов при внедрении бора, удалось получить прибор на основе ЭЧ ПЗС полностью реализующий чувствительность GaAs ОЭС-фотокатода (ОАО «НПО «Геофизика-НВ»).

Основные преимущества разрабатываемой системы:

- установка ЭЧ ПЗС взамен микрокриогенной пластины (МКП) и экрана улучшает отношение сигнал/шум;
- отсутствует люминофор и улучшается быстроедействие;
- нет волоконно-оптических пластин (ВОП) – улучшается радиационная стойкость;
- уменьшаются общие габариты устройства.

Такие устройства могут иметь разные фотокатоды и регистрировать излучение от вакуумного УФ до ближнего ИК. В «ЦНИИ «Электрон» разработан практически солнечно-слепой прибор с теллур-цезиевым фотокатодом для регистрации УФ-излучения в области 220–280 нм и демонстрационная телевизионная камера чувствительная вплоть до ~ 1 мкм.

ООО «Катод» продемонстрировал параметры серийных УФ-фотокатодов из GaN и AlGaIn.

Способы увеличения долговечности ФК фотоэлектронных умножителей с МКП предлагает «ВНИИА им. Духова» (Долотов А.С., Коновалов П.И.).

Обширный обзор приборов ночного видения (ПНВ) представили Волков В.Г. и др. (МЗ «Сапфир»), а именно:

- приборы ночного видения с цветным изо-

бражением;

- цифровые приборы ночного видения;
- высокочувствительные телевизионные камеры;
- тепловизионные приборы для смартфонов;
- SWIR камеры для области спектра 0,9–1,7 мкм;
- наголовные тепловизионные и двухканальные приборы наблюдения;
- портативные и миниатюрные тепловизионные приборы.

В каждом из сообщений изложены принципы и особенности работы рассматриваемых приборов. Приводятся достигнутые параметры приборов, организации–разработчики и изготовители приборов, возможные пути совершенствования параметров.

Винецкий Ю.Р. и Селяков А.Ю. (АО «ПО «УОМЗ им. Э.С. Яламова», филиал «Урал-Геофизика») обсуждают алгоритм обнаружения субпиксельных объектов тепловизионных (ТПИ) систем на основе «смотрящей» ИК-матрицы. Предложенный ими алгоритм «Чоппер» позволяет «вплотную» приблизиться к теоретическому отношению сигнал/шум, достигаемому в ТПИ на основе «смотрящих» матриц.

Проблемы измерения параметров МФПУ и пути их решения изложены в докладах Полеского А.В. и др. (АО «НПО «Орион»).

Термостатирование

Вопросы термостатирования фотоприемных модулей излагаются в докладах ООО «НТК «Криогенная техника», АО «МЗ «Сапфир» и АО «НПО «Орион».

В докладе «Результаты разработки микрокриогенных систем для бортовой аппаратуры космической техники» (Липин М.В., НТК «Криогенная техника») показано, что в последние годы разработаны несколько конструкций микрокриогенных систем (МКС) для бортовой аппаратуры космической техники. МКС изготавливают из отечественных материалов и комплектующих. Они позволяют криостатировать чувствительные элементы фотоприемных модулей на температурном уровне (65–90К) при тепловой нагрузке на МКС от 0,5–5,0 Вт. Докладчик привел технические характеристики конкретных МКС, назначенный ресурс МКС от 25000 до 65000 часов.

Проводятся расчетно-экспериментальные работы по повышению термодинамической эффективности газовых криогенных машин с охладителем с пульсационной трубой.

В АО «МЗ «Сапфир» (Карпов В.В.) за по-

следние годы разработаны системы криостатирования для матричных (640×512 , 384×288 , 320×256 и 320×240 элементов), субматричных (4×288 и $3 \times 4 \times 288$ элементов) и линейных модулей ФПУ.

Целью работы являлось:

- разработка ряда криостатов с минимизированными теплофизическими параметрами, сопрягаемых с МКС интегрального типа;
- разработка моноблочных МКС интегрального типа на базе ГKM Стирлинга для криостатирования ФПУ в температурном диапазоне 65–80К;
- импортозамещение МКС K508 и K548 фирмы «Ricog» (Израиль).

Криостаты предназначены для термостатирования фотоприемных модулей (ФПМ), подвода к ФПМ излучения в требуемом спектральном диапазоне, обеспечения электрического соединения с внешними цепями питания, управления и обработки сигналов, обеспечения стабильности работы ФПМ.

Разрабатывались два типа криостатов – вакуумные и газонаполненные.

Конструкции криостатов и МКС обеспечивают их взаимозаменяемость при стыковке без дополнительной юстировки.

В рамках импортозамещения разработаны моноблочные МКС интегрального типа «Сапфир-МКС» и «МКС-ШФС» – аналоги K508 и K548 фирмы «Ricog» (Израиль). Разработанные МКС по весогабаритным, теплофизическим, электрическим и эксплуатационным характеристикам не уступают аналогам.

В АО «НПО «Орион» разработана двухступенчатая МКС для МФПУ на основе ГKM Стирлинга со ступенью окончательного охлаждения на основе магнитокалорического эффекта.

Рабочее тело первой ступени – газообразный гелий, второй ступени – двухфункциональный эффективный активный регенеративный теплообменник, выполненный в «холодной» зоне из редкоземельного металла – гольмия. В первой ступени реализуется процесс изотермического расширения гелия с подводом тепла по циклу Стирлинга. Во второй ступени, гелий окончательно охлаждается при снятии магнитного поля с магнитокалорической ступени (редкоземельной части регенеративного теплообменника) – реализуется магнитокалорический эффект. Таким образом, возможно достижение температуры ~ 60К.

Предлагаемое устройство позволит расширить диапазон температур криостатирования до 80–60К, повысить КПД микрокриогенной системы на 10–15 %, снизить потребляемую мощность на 15 %.

На XXV конференции впервые была обширно представлена тематика лазеров и люминесценции.

Область использования лазерной техники в последние годы значительно расширилась, выйдя за рамки одной лишь резки и сварки. В проектируемое оборудование стали закладывать гораздо больше возможностей. Какой технологии отдать предпочтение? Какая из них окажется оптимальной? Какие параметры могут и должны быть положены в основу сравнительного анализа характеристик различных типов лазеров для их выбора? Над этими и многими другими вопросами работали коллеги в рамках секции «Лазерная техника». Сделанные доклады можно условно разделить на три основных направления связанные с:

- разработкой новых типов полупроводниковых гетероструктур для лазерных применений;
- развитием новых технологий на основе современной лазерной техники;
- разработкой, оптимизацией и моделированием лазерных лидарных систем.

В первую очередь, следует выделить группу докладов коллектива авторов из ИФП СО РАН и ИФМ СО РАН, посвященных разработке, реализации и совершенствованию полупроводникового лазера дальнего ИК диапазона на основе эпитаксиальных гетероструктур CdTe/CdHgTe. Данная работа отличается не только оригинальными подходами и технологические решениями, которые были применены авторами для успешной реализации лазера, но и целым рядом дискуссионных фундаментальных вопросов, связанных с лазерной генерацией в гетероструктурах с инвертированной дисперсией зон на основе узкозонных полупроводников. Также, в рамках 1-го направления следует выделить работу по метаморфным гетероструктурам на основе InGaAs для лазеров среднего ИК-диапазона.

Следует отметить заметное продвижение современных лазерных технологий, которое было обозначено докладами 2-го направления. В частности, следует отметить работы по лазерному письму с субволновым разрешением, лазерной гиперзвуковой микроскопии с нанометровым разрешением по глубине и компактные ультрастабильные лазерные системы для стандартов частоты нового поколения.

В ходе дискуссионного стола были оценены возможности разработки и создания многоканальных лидарных систем в России и намечена стратегия для их реализации.

В АО «НПО «Орион» в рамках проведения XXV Международной научно-технической конференции по фотоэлектронике и приборам ночного видения были проведены мероприятия, посвященные школе молодых ученых и специалистов. В конференции приняли участие, как сотрудники НПО «Орион», предприятий холдинга «Швабе», так и студенты, магистранты, аспиранты учебных учреждений: Московского колледжа бизнес-технологий, МГУ им. М.В. Ломоносова, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Российского Технологического Университета, МФТИ и пр.



Главной целью проведения школы молодого специалиста, кроме участия в заседаниях секций и диспутов, стало создание условий для реализации инновационного потенциала молодежи.

Всего в работе конференции приняли участие 130 студентов, аспирантов и молодых ученых. Для них 26 мая было проведено мероприятие игрового плана. Мероприятие включало в себя работу четырех параллельных секций. В рамках конференции прошел тренинг корпоративной Академии «Ростех» – «Управление карьерой для молодых ученых», участники изучали основы карьерного продвижения молодого ученого на рынке труда.



Также на коммуникативном тренинге «Технологии презентации технических инновационных продуктов» осваивали навыки презентации новых

изделий. В интерактивной форме прошел разбор наиболее характерных ошибок, совершаемых обучающимися при подготовке презентаций, и были предложены пути для их устранения. Проблемы, вынесенные на обсуждение, вызвали оживленную дискуссию.

Третья площадка была проведена в виде интерактивной игры дизайн-мышления от лаборатории Wonderful. Команды были собраны с разными компетенциями, разного возраста. В процессе игры появилось много интересных задач и много различных интересных подходов к их решению. Игра проходила позитивно, эмоционально и закончилась под девизом «Начните делать вещи иначе, не так, как вы привыкли!».

Четвертой площадкой было проведение сессии ТРИЗ – Теории решения изобретательских задач. Предметом ТРИЗ является процесс творчества. Под творчеством понимается деятельность, порождающая нечто качественно новое и отличающаяся неповторимостью, оригинальностью и общественно-исторической уникальностью. Сегодня оформилась настоятельная потребность в создании методологии, позволяющей быстро и с высокой надежностью получать новые научные результаты. Этим, собственно, и занимались наши команды.



Команды-участники получили краткое введение в основы применения ТРИЗ, анализировали собственные задачи на основе ТРИЗ-инструмента, затем спрогнозировали потребительские характеристики технических систем и сформулировали изобретательские задачи по ТРИЗ-методике. В итоге разработали решения для сформулированных задач. В завершении – защита решений, выступление участников команд с докладами по итогам применения ТРИЗ-инструментов и найденным решениям.

Полученные результаты свидетельствует о возможности комплексного использования методологии ТРИЗ в науке и больших перспективах такого подхода к построению теории развития научных систем, работа над которыми только начинала.

Мероприятия вызвали оживление и непод-

дельный интерес у молодых исследователей. Помимо пленарных и секционных заседаний, в рамках юбилейной XXV Международной научно-технической конференции по фотоэлектронике и приборам ночного видения, состоялась памятная посадка деревьев. На внутренней территории АО «НПО «Орион» выросла аллея из 25-ти молодых саженцев красного дуба. В ее закладке приняли участие и наши иностранные гости.



Заключение

Завершая далеко не полный обзор Юбилейной XXV Международной конференции по фотоэлектронике и приборам ночного видения, хочется сказать, что процесс совершенствования бесконечен. Новые элементы, привнесенные в этот раз в работу конференции – это доклады по новым тематикам, круглые столы, это новые формы вовлечения молодых ученых и специалистов в науку и производство, посадка памятной аллеи – способствовали оживлению работы конференции.

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

ЛИТЕРАТУРА

1. Программа XXV Международной научно-технической конференции по фотоэлектронике и приборам ночного видения. – М.: АО «НПО «Орион», 2018.
2. Труды XXV Международной научно-технической конференции и школа по фотоэлектронике и приборам ночного видения в 2-х томах. Том 1, 2. – М.: АО «НПО «Орион», 2018.

PACS: 85.60-q

Photoelectronics. Century XXI

(Review of the materials of the Jubilee 25th International Scientific and Technical Conference and schools on photoelectronics and night vision devices)

A. I. Dirochka, E. L. Chepurnov, and A. V. Egorov

Orion R&P Association
9 Kosinskaya str., Moscow, 111538, Russia

Received August 28, 2018

On May 24–26, 2018, the XXV International Scientific and Technical Conference on Photoelectronics and Night Vision Devices took place. A brief overview of the work of the conference is given.

Keywords: photoelectronics, conference, report, photodetector, night vision device.

REFERENCES

1. *Program of the XXV International Scientific and Technical Conference on Photoelectronics and Night Vision Devices, Moscow, May 24–26, 2018.*
2. *Proceedings of the XXV International Scientific and Technical Conference on Photoelectronics and Night Vision Devices, in 2 vol., Moscow, May 24–26, 2018.*