ЛАЗЕР ИНФОРМ
Информационный бюллетень ЛАЗЕРНОЙ АССОЦИАЦИИ
ВЫПУСК N 11 (818), июнь 2026

Всероссийскому научно-исследовательскому институту оптико-физических измерений − 60 лет!

Зарождение Всероссийского научно-исследовательского института оптико-физических измерений (ВНИИОФИ) связано с периодом создания в СССР атомного и термоядерного оружия.

В соответствии с Постановлением Совета Министров СССР от 30 апреля 1946г. № 973-40 при Институте химической физики АН СССР был организован Спецсектор по изучению теории ядерных цепных реакций и взрывов, а также по разработке методов и специальной аппаратуры для регистрации физических процессов, сопровождающих атомный взрыв. В Спецсекторе было образовано 6 отделов, руководителем одного из которых (Электровакуумного отдела) был назначен *Борис Михайлович Степанов* (в будущем – первый директор ВНИИОФИ). В 1946г. в состав Электровакуумного отдела вошло 36 сотрудников.

Сотрудники отдела достаточно быстро создали ряд соответствующих средств измерений, в том числе электронный умножитель ПГИ, который использовался при проведении первого в СССР атомного взрыва 29 августа 1949г, что позволило оценить динамику размножения нейтронов в процессе цепной реакции. Все этапы работы прибора при взрыве были автоматизированы. Управлял ими из здания командного пункта оператор-подрывник *С.Л.Давыдов*, в будущем – заместитель директора ВНИИОФИ.

В 1949г. группа сотрудников Электровакуумного отдела была награждена правительственными наградами. *Б.М.Степанову* была присуждена Сталинская премия.

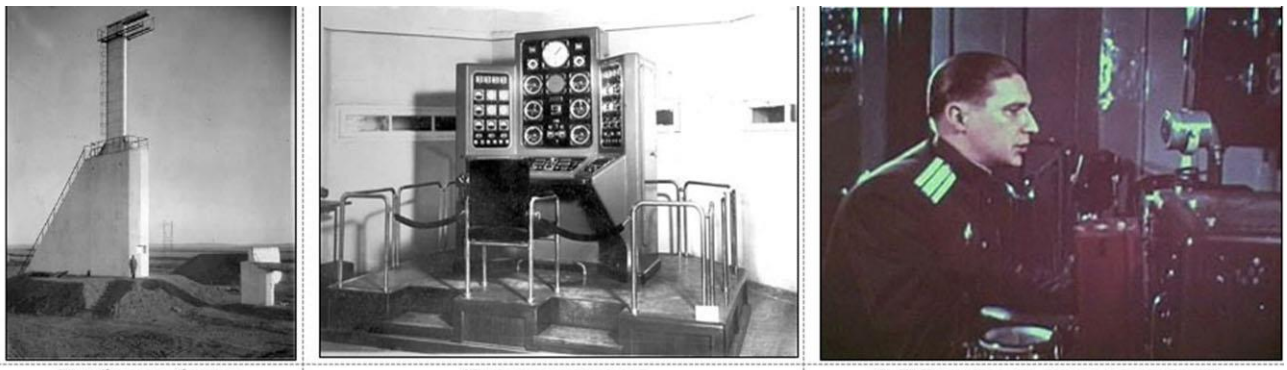
В дальнейшем сотрудники этого отдела создали и проверили в лабораторных условиях несколько модификаций детекторов типа ПГИ. Наиболее удачными оказались ПГИ-3, ПГИ-4, ПГИ-8 (разработчики *Л.И.Андреева, Б.М.Степанов*). В начале лета 1953г. группа сотрудников Электровакуумного отдела из 10 человек во главе с *Б.М.Степановым* выехала на полигон для подготовки аппаратуры к испытаниям первой водородной бомбы. 12 августа 1953г. на Семипалатинском полигоне были проведены первые испытания водородной бомбы. Участники испытаний, в том числе сотрудники Электровакуумного отдела (будущие сотрудники ВНИИОФИ), были награждены государственными наградами. *Б.М.Степанов* получил вторую Сталинскую премию.

В 1962г. была образована самостоятельная научно-исследовательская организация «Институт импульсной техники». Приказом министра среднего машиностроения от 10 апреля 1962г. №090 директором и научным руководителем Института импульсной техники был назначен *Б.М.Степанов*.

После подписания в 1963г. Договора о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфе-

В номере:

- **ВНИИОФИ – 60 лет!** *В.Н.Крутиков*
- **Представляем победителей Конкурса ЛАС-2026**
  ► «Фотоприёмный модуль для регистрации лидарных сигналов в ближней ИК области спектра длин волн»
  ► «Учебно-методический комплекс «Квантик-М».
- ***ХРОНИКА***.
- ***ЮБИЛЕИ.*** **В.В.Валуеву 80!**
- ***ИНТЕРНЕТ-НОВОСТИ*. Объявление**



Приборная башня | Пульт управления | С.Л.Давыдов во время испытаний

Участие Электровакуумного отдела Спецсектора в проведении первого в СССР атомного взрыва.

ре, в космическом пространстве и под водой научные коллективы, в том числе и коллектив Института импульсной техники, начали переходить на мирные рельсы.

Всесоюзный научно-исследовательский институт оптико-физических измерений (ВНИИОФИ) был создан распоряжением Совета Министров СССР № 2495 от 28.12.1965г. в системе Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при СМ СССР. Основная часть Института импульсной техники во главе *с Б.М.Степановым* перешла во ВНИИОФИ. *Б.М.Степанов* стал директором Института.



Б.М.Степанов

Изначально ВНИИОФИ создавался как прикладной институт, осуществляющий разработку, изготовление и поставку потребителям высокоточной измерительной техники. На ВНИИОФИ были возложены следующие важные задачи:

- разработка средств измерений параметров когерентного и некогерентного излучения;
- создание эталонов единиц энергетической фотометрии и радиометрии для аттестации образцовых источников излучения и испытаний измерительных приборов;

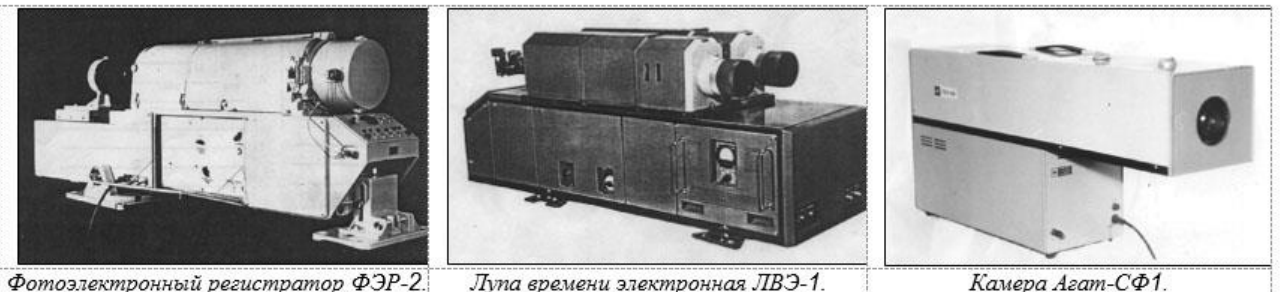
Постановлением ЦК КПСС и СМ СССР от 01.09.1971г. № 633-187 и Приказом Госстандарта СССР от 21.09.1971г. №0067 на ВНИИОФИ была возложена ответственность за создание эталонных средств измерений параметров лазерного излучения. Ещё рядом Постановлений Правительства ВНИИОФИ было поручено решение проблем по созданию средств измерений высшей точности с предельными характеристиками по диапазонам.

Физические принципы построения и первые образцы оптико-физических высокоточных измерительных приборов были разработаны ВНИИОФИ под научным руководством *Б.М.Степанова*. Был создан ряд первичных измерительных преобразователей, являющихся основными элементами измерительных систем.

На базе этих элементов и аппаратуры были созданы методы точных измерений характеристик импульсного и непрерывного оптического излучений. На создаваемых во ВНИИОФИ электронно-лучевых трубках стали выпускаться высокоскоростные осциллографы.

В то время основная масса научных подразделений ВНИИОФИ размещалась в арендованных подвальных и полуподвальных помещениях, разбросанных по всей Москве, что создавало тяжелейшие условия работы сотрудников. Кроме того, размещение большей части оборудования в подвалах не позволяло в полной мере использовать современную техническую базу.

С 1971 года развернулось строительство нового здания по адресу улица Озерная, 46. Строительством от Института руководил талантливый организатор заместитель директора Института по общим вопросам *Наум Федорович Радешвили*. Благодаря его энергии и настойчивости стройка была обеспечена необходимыми материалами. Отдельные элементы изготавливались экспериментальными мастерскими Инсти-



Фотоэлектронный регистратор ФЭР-2. 1966 год | Лупа времени электронная ЛВЭ-1. 1970 год | Камера Агат-СФ1. 1978 год

Первые образцы разработанных во ВНИИОФИ оптико-физических высокоточных измерительных приборов.



Будущая Озёрная площадь. Вид в сторону строящего ВНИИОФИ. 1971г



Современное здание ВНИИОФИ

Активация Win

тута. Много внимания строительству уделял и директор *Б.М.Степанов*. На завершающем этапе строительства помощь строителям оказывали практически все сотрудники Института.

В 1973 году Приказом Председателя Госстандарта СССР ВНИИОФИ был назначен Головной организацией Государственной метрологической службы оптико-электронных приборов систем астроориентации, астрокоррекции и астронавигации ракетных и космических комплексов и средств имитации оптико-физических параметров астрономических источников излучения.

Приказом Госстандарта СССР от 6 июля 1981г. №044 на базе Всесоюзного научно-исследовательского института оптико-физических измерений было образовано Научно-производственное объединение «Всесоюзный научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» (НПО «ВНИИОФИ»). В состав НПО «ВНИИОФИ» вошли головной научно-исследовательский институт – ВНИИОФИ (г.Москва), СКБ «ВНИИОФИ» (г.Москва), Смоленский филиал СКБ «ВНИИОФИ», Саратовский филиал СКБ «ВНИИОФИ», Ереванский филиал СКБ «ВНИИОФИ», Ереванский конструкторский отдел СКБ «ВНИИОФИ», Смоленское опытное производство (завод «Протон»), Тульский опытный завод «Эталон», Брянский опытный завод «Эталон».

Приближались 1990-е годы («лихие 90-е») – период несбывшихся больших надежд и ожиданий. Резко сократилось финансирование Института, а также количество постоянных заказчиков и потребителей его продукции. Начались брожения в трудовых коллективах, люди начали увольняться. В этот сложный период генеральным директором НПО «ВНИИОФИ» был назначен *Вячеслав Семёнович Иванов*.



В.С.Иванов

В экстремальных условиях новый директор проявил свои лучшие качества не только как талантливый учёный, но и как блестящий организатор науки. В кратчайшие сроки деятельность Института была переориентирована на экспортные поставки эталонных средств оптико-физических измерений и информационно-измерительных систем. Принимались эффективные меры по реформированию убыточных и нерентабельных подразделений, изыскивались средства для сохранения и поддержки перспективных научных направлений и технологий. Под руководством *В.С.Иванова* во ВНИИОФИ был создан ряд новых средств измерений с уникальными метрологическими характеристиками.

Распоряжением Госстандарта России от 17.04.2001г. № 41 ВНИИОФИ был преобразован в Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» (ФГУП «ВНИИОФИ»).

ФГУП «ВНИИОФИ» начал развивать международную деятельность, установил тесные контакты с метрологическими организациями США, Англии, Германии, Франции, Китая, Кореи, Кубы и др. Свидетельством признания международного авторитета Института стало неоднократное избрание России страной-пилотом для ключевых международных сличений по оптическим видам измерений. Особо широкие контакты установились с Китайской Народной Республикой (КНР), с которой Институт начал взаимодействовать в 1994г. В частности, специалисты КНР в течение двух лет тщательно выбирали поставщика эталонов. Объездили все ведущие институты мира, такие как NIST(США), PTB (Германия), NPL (Англия). Однако в 1997г. именно ВНИИОФИ заключил с ними три контракта на сумму 660 тыс. американских долларов, что позволило Институту избежать экономических потрясений того периода.

В 2000-х в Российской Федерации стали постепенно восстанавливаться отдельные области

промышленности, энергетики, медицины, обороны и безопасности, науки и экологии, в которых, как и раньше, востребованы оптико-физические измерения. ФГУП «ВНИИОФИ» активно включился в процесс их метрологического обеспечения.

Два выдающихся руководителя ВНИИОФИ – *Борис Михайлович Степанов* и *Вячеслав Семенович Иванов* – возглавляли предприятие в общей сложности около 40 лет и внесли огромный вклад в становление, сохранение и развитие Института. При этом нельзя не отметить важную роль других директоров, которые в разные периоды шестидесятилетней истории Института руководили ВНИИОФИ. Это *Константин Петрович Аверьянов*, *Анатолий Александрович Черноярский*, *Иван Григорьевич Баранник, Владимир Николаевич Крутиков, Андрей Сергеевич Батурин* и *Иван Сергеевич Филимонов*. Они в течение всего времени своего руководства также напряженно работали, отдавая свои знания и опыт на благо ВНИИОФИ.

Важно отметить и работу заместителей директоров, формировавших эффективные команды, которые реализовывали основную политику и под руководством директоров способствовали сохранению и развитию ВНИИОФИ. В разные годы этот пост занимали *В.А.Нефедьев, Л.И.Андреева, Ю.А.Дрожбин, В.В.Марцинович, Ю.М.Золотаревский, В.И.Гревцев, С.А.Кайдалов, В.Н.Крутиков, Н.П.Муравская, Б.С.Ильин, А.И.Трубников, Ф.Ф.Федоров, И.С.Филимонов*. Большую работу в части выполнения Институтом метрологических норм и правил сыграли Главные метрологи *В.П.Кузнецов* и *С.Н.Негода.*

В настоящее время ВНИИОФИ направляет свои научно-технологические усилия на дальнейшее развитие эталонной базы, разработку новых методик и стандартных образцов, на создание и выпуск высокоточных средств измерений. Так, например, в 2018г. был завершён значительный объём работ в рамках ФЦП «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012–2020гг.». По итогам выполнения опытно-конструкторских работ (ОКР) «Эталон-оптика» разработан, изготовлен и поставлен заказчику комплекс в составе 8 оптических эталонов для метрологического обеспечения бортовых и наземных оптических средств ГЛОНАСС.

В 2022г. завершён большой этап работ по созданию в Институте эталонной, измерительной и методической базы метрологического обеспечения измерений энергетических характеристик мощного лазерного излучения. Усовершенствован и утверждён Государственный первичный эталон единицы средней мощности лазерного излучения ГЭТ 28-2022. Разработан и утверждён Государственный вторичный эталон единицы средней мощности лазерного излучения на фиксированных длинах волн 1,07 мкм в диапазоне от 100 Вт до 30 кВт и 10,6 мкм в диапазоне от 100 Вт до 2 кВт (2.1.ZZA.0137.2024). Разработаны, изготовлены и прошли испытания опытные образцы средств измерений мощности лазерного излучения не менее 100 кВт с апертурой 50–500 мм.

В настоящее время в различных областях человеческой деятельности значительное развитие получила фотоника. За 10 лет количество направлений в этой области увеличилось более чем в два раза. Поэтому Институт прилагает дополнительные усилия к созданию достаточного уровня метрологического обеспечения фотоники.

ВНИИОФИ создал, в установленном порядке применяет, а в 2024г. завершил комплекс исследований и усовершенствовал Государственный первичный эталон единиц силы света и светового потока непрерывного излучения ГЭТ 5-2024, который обеспечивает хранение и воспроизведение одной из основных единиц величин международной системы единиц СИ – канделы. Данный эталон является главным (основным) в обеспечении единства измерений в фотонике.

В 2025г на космическом аппарате «Бион-М» № 2 проведён второй этап космического эксперимента «Калибр-2». В эксперименте в условиях невесомости исследованы разработанные ВНИИОФИ фазовые переходы «плавления – кристаллизации» эвтектического сплава In–Bi (345 K) и прототипа высокостабильного бортового чёрного тела на основе фазового перехода плавления In–Bi.

В 2025г. ФГБУ «ВНИИОФИ» завершил работы по созданию и утверждению комплекса стандартных образцов (СО) редких и редкоземельных металлов. Данный комплекс содержит СО на индий, скандий, иттрий, гольмий, ниобий, неодим, гадолиний, гафний, палладий, иттербий, церий, цезий, рубидий, тербий, тулий, европий. Стандартные образцы указанных металлов также признаны в качестве межгосударственных стандартных образцов.

ВНИИОФИ практически на постоянной основе участвует в международных сличениях. В период 2016–2025гг. ВНИИОФИ принял участие в 26 сличениях, в 10 из них в качестве лаборатории-пилота.

По состоянию на 01.04.2026 г. эталонная база «ВНИИОФИ» включает 27 государственных первичных эталонов (ГПЭ) и 73 государственных вторичных и рабочих эталонов.

Значительную часть работ ВНИИОФИ (свыше 67%) составляют НИОКР и поставочные договора, играющие важную роль для народного хозяйства страны. В частности, в течение прошедших 10 лет ВНИИОФИ поставил потребителям:

- 35 «Моделей черных тел», в том числе 20 на предприятия и в научные учреждения Российской Федерации, 7 в НМИ NMIJ (Япония), LNE-Cnam (Франция), CSIC (Испания), UME (Турция),

БелГИМ (Белоруссия), NIM (Китай);

- эталонную фотометрическую установку в УзНИМ (Узбекистан) в качестве национального первичного эталона силы света и светового потока;
- рабочий эталон спектральной плотности энергетической яркости на основе многоуровневого сферического источника апертурой 1 м со спектром, имитирующим спектр солнца;
- вторичные эталоны единиц фотометрических и радиометрических величин в Главный научный метрологический центр Министерства обороны Российской Федерации.

Заказчикам также были поставлены 17 высокоскоростных камер для исследований быстропротекающих процессов, сопровождающихся оптическим излучением.

Приведённые результаты исследований отражают лишь часть выполненных за последние 10 лет во ВНИИОФИ НИР и ОКР, связанных с совершенствованием эталонной базы Института и созданием новых средств и методов оптико-физических измерений. За этот период Институтом представлено 533 научно-технических отчёта, опубликовано 737 статей в рецензируемых научно-технических журналах. Заказчикам в установленном порядке поставлено эталонное и высокоточное измерительное оборудование на общую сумму около 2,7 млрд рублей.

Во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 26 сентября 2022г. №672 и распоряжения Правительства Российской Федерации от 6 октября 2022г. № 2921-р в феврале 2023г. ФГУП «ВНИИОФИ» было преобразовано в ФГБУ «ВНИИОФИ», который находится в ведении Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии Министерства промышленности и торговли Российской Федерации.

В настоящее время ФГБУ «ВНИИОФИ» продолжает исполнять возложенные на него функции. В Институте функционируют 9 научных подразделений, которые проводят исследования по основным направлениям оптико-физических измерений в рамках федеральных целевых программ, государственных заказов, грантов и других заказов заинтересованных организаций. При Институте действует докторский диссертационный Совет и 3 прикладные кафедры ведущих образовательных учреждений Российской Федерации.

С мая 1991г. ВНИИОФИ является коллективным членом Лазерной ассоциации, активно участвует во всех её программах и мероприятиях. После создания в 2011г. российской технологической платформы «Фотоника» ВНИИОФИ организовал в ней рабочую группу «Метрологическое обеспечение фотоники» и стал её базовой организацией.

60 лет для Научно-исследовательского института – это время зрелости, время, когда накопленный опыт можно воплощать в виде новых эталонов, средств и методов измерений. Коллектив ФГБУ «ВНИИОФИ» к этому готов!

***В.Н.Крутиков**, профессор, гл.н.с. ВНИИОФИ*

Правление Лазерной ассоциации и Секретариат ТП «Фотоника» поздравляют ВНИИОФИ с юбилеем и желают Институту новых и новых успехов в его деятельности, столь важной для отечественной фотоники!

Представляем победителей Конкурса ЛАС на лучшую отечественную разработку в области лазерной аппаратуры и лазерно-оптических технологий, вышедшую на рынок в 2024-2025гг.*

Номинация «Информационно-управленческие технологии и системы фотоники»

Диплом III степени

Институт оптики атмосферы СО РАН, Томск, Россия[1]
Институт физики НАН Беларуси, Минск, Беларусь[2]

Фотоприёмный модуль для регистрации лидарных сигналов в ближней ИК области спектра длин волн

Авторский коллектив: *к.ф.-м.н.* ***Ю.С.Балин***[1], *к.ф.-м.н.* ***Г.П.Кохаенко***[1], *вед. программист* ***М.Г.Клемашева***[1], *с.н.с.* ***И.Э.Пеннер***[1], *инженер* ***М.М.Новоселов***[1], *к.ф.-м.н.* ***С.В.Насонов***[1], *к.ф.-м.н.* ***А.П.Чайковский***[2], *с.н.с.* ***М.М.Король***[2], *с.н.с.* ***Ф.П.Осипенко***[2]

* *Продолжение, начало в «Л-И» №10 (817), май 2026г.. Описания разработок-представлены руководителями авторских коллективов.*



Лидары для дистанционного исследования параметров атмосферы уже давно используются в целях мониторинга облачных и аэрозольных полей, малых газовых составляющих и метеопараметров атмосферы [1]. Они работают в широком диапазоне длин волн излучения, от ультрафиолета до дальнего инфракрасного, что позволяет регистрировать различные механизмы взаимодействия излучения с такой многокомпонентной атмосферной средой. Это вызывает необходимость поиска информативных длин волн для различных задач зондирования [2]. Информативность данных лидарной системы определяется не только спектральными и энергетическими характеристиками передатчика, но и квантовой эффективностью фотоприемников в спектральном диапазоне регистрируемого излучения. Для видимого диапазона в лидарах широко используются фотоэлектронные умножители (ФЭУ) и кремниевые фотодетекторы [3]. Но уже начиная с длин волн ближнего ИК диапазона (~ 1 мкм) квантовая эффективность ФЭУ и кремниевых фотодетекторов снижается до единиц процентов. Регистрировать оптические сигналы в этом диапазоне можно с помощью лавинных фотодиодов [4], но в настоящее время на рынке отсутствуют специализированные образцы фотоприемников именно для регистрации импульсных лидарных сигналов.

Для оптимизации лидаров с различными оптическими схемами требуются фотоприемные модули, в которых могут использоваться различные фотодетекторы, различающиеся по размеру активной площадки, напряжению смещения, устанавливаемой температурой сенсора. Использовать существующие фотоприемные модули, разработанные для конкретного фотодетектора, с другими типами фотодетекторов не представляется возможным. Было принято решение о разработке и создании базового фотоприемного модуля для широкой номенклатуры лавинных фотодиодов. Во исполнение этого решения был разработан и изготовлен фотоприемный модуль, в котором напряжение смещения регулируется программно и поддерживается с большой точностью и в широком диапазоне напряжений (50-500 вольт). Также в широких пределах программно регулируется и поддерживается с большой точностью температура фотодетектора и коэффициент усиления сигнала.

Проведена разработка интегрированного фотоприемного блока, построенного на унифицированных модулях, обеспечивающего регистрацию оптического лидарного сигнала, его оцифровку и передачу данных в компьютер. Основной проблемой при разработке фотоприемного устройства являлась необходимость обеспечить его работу в широком динамическом диапазоне интенсивности локационного сигнала, при этом исключить проявление различного рода наводок и шумов, прежде всего от лазерного источника излучения, при регистрации очень слабых оптических сигналов с удаленных участков трассы зондирования.



Основная идея разработки состояла в том, чтобы создать компактный фотоприемный модуль, в котором содержатся все устройства, необходимые для регистрации и оцифровки лидарного сигнала. Тем самым предполагалось исключить все длинные линии связи между функциональными блоками регистрирующего канала лидара, которые являются основными “приемниками” помех. При этом возрастает надежность всей системы и уменьшается ее стоимость.

В состав модуля входят:

- фотодетектор − лавинный фотодиод (ЛФД) с платой предварительного усилителя;
- схема управления и источник высоковольтного питания фотоприемника;
- источник питания элементов «Пельтье», для поддержания заданной температуры рабочей области фотоприемника (только для ЛФД);
- усилитель с программируемым коэффициентом усиления;
- аналогово-цифровой преобразователь или счетчик одноэлектронных импульсов (задается в программном коде программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС) «ALTERA»);
- запоминающее устройство типа FIFO («первый вошел, первый вышел»);
- конвертор напряжения для низковольтных цепей питания (входное напряжение - +5В);
- схема управления (представляет собой программный код, загружаемый в ПЛИС «ALTERA» при каждом включении);
- генератор тестового сигнала (два последовательных оптических сигнала от одного источника с соотношением амплитуд примерно 6:1);
- интерфейс высокоскоростной универсальной последовательной шины USB-2.0;
- входной объектив для фокусировки светового пучка на поверхности фотодиода.

В УФ- и видимой областях спектра в качестве фотодетекторов, в зависимости от назначения, используются различные типы аналоговых и счетных ФЭУ, в основном производства HAMAMATSU, а также образцы моделей ФЭУ-84, характеризующихся большим током анода и обеспечивающих работоспособность приемного канала при высоких фоновых засветках и интенсивных локационных сигналах из ближней зоны, ФЭУ-175 – счетные фотоприемники с высоким коэффициентом умножения. В ИК диапазоне для регистрации излучения на длине волны 1.06 мкм применяются

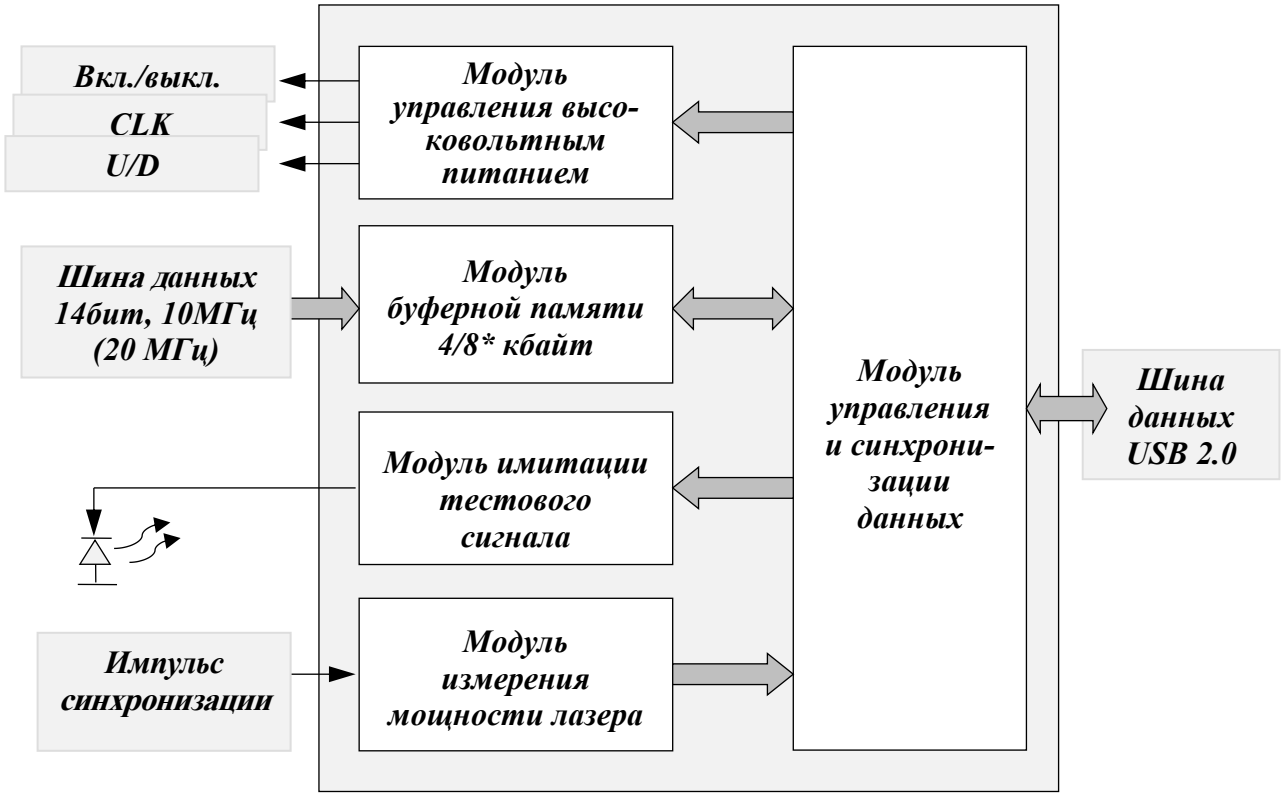


Рис.1 *Структурная схема цифровой части фотоприемного модуля.*

ЛФД-модули типа С30956ЕН-ТС с охлаждением на элементе Пельтье, на длине волны 1.5 мкм – ЛФД-модули типа С30659-1550-R2AH.

С целью уменьшения габаритов приемо-передатчика лидара фотоприемный модуль имеет функционально законченную конструкцию, в которой фотоприемник, усилитель сигналов, измерительные и интерфейсные схемы, а также блок высоковольтного питания размещены в одном корпусе.

Аналоговая часть фотоприемного модуля (усилители и аналого-цифровой преобразователь) выполнены на микросхемах фирмы «Analog Device» (США). Цифровая часть электрической схемы фото-приемных модулей реализована на основе (ПЛИС) CYCLON фирмы ALTERA.

Структурная схема цифровой части фотоприемного модуля приведена на ***рис.1***.

Цифровые ПЛИС высокой степени интеграции, имеют программируемую пользователем внутреннюю структуру и предназначены для реализации сложных цифровых устройств. Использование ПЛИС и соответствующих средств автоматизации проектирования позволяет в сжатые сроки создавать конкурентоспособные устройства и системы, удовлетворяющие требованиям по производительности, энергопотреблению, надежности, габаритным размерам и стоимости.

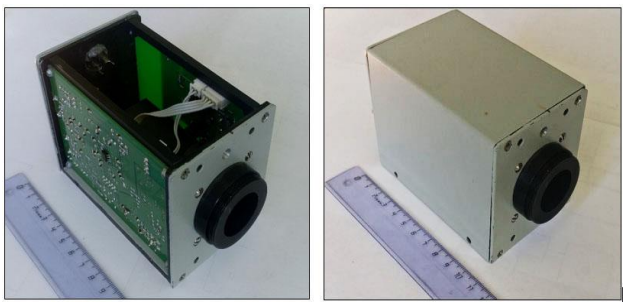


Рис.2 *Внешний вид интегрированного фотоприемного модуля PRM-01/C30956EH-TC.*

Для реализации цифровой части электрической схемы фотоприемного модуля применена микросхема EP1C3F144C8 семейства программируемой логики CYCLON. Связь с компьютером обеспечивается с помощью отдельной интерфейсной микросхемы CY7C68001LFC фирмы CYPRESS.

На ***рис.2*** приведены фотографии интегрированного фотоприемного модуля PRM-01/C30956EH-TC. Используется следующая маркировка: PRM – Photo Receiving Module, цифры 01 означают аналоговый, 02 – счетный режим регистрации. Заключительная комбинация букв и цифр идентифицирует фотоприемник, используемый в устройстве.

Технические характеристики фотоприемного модуля приведены в ***табл.1***.

Как правило, в лидарной системе используются несколько фотоприемных блоков. Шины выходных данных устройств объединяются в один канал через USB-концентратор. Если число используемых блоков невелико, их внешнее питание обеспечивается через USB линию, которая в этом случае является единственной внешней электрической линией связи для фотоприемного модуля. В противном случае, когда

Табл.1 Технические характеристики фотоприемного модуля

Тип фотоприемника	ЛФД: C30956EH-TC
Режим работы фотоприемника	Аналоговый
Спектральный диапазон, нм.	500 - 1100
Диаметр фоточувствительной области фотоприемника, мм.	3
Контроль температуры	Элемент Пельтье
Рабочая температура активной области фотоприемника, ºС	минус 10
Фокусирующая оптика с просветлением поверхностей на длину волны 1064 нм	трехлинзовый объектив со световым диаметром 16 мм
Напряжение питания лавинного фотодиода, В	240 - 400
Полоса пропускания предварительного усилителя, МГц	20.0
Разрешение АЦП	14 бит/20 МГц
Объем буферной памяти, Кбайт	8
Интерфейс передачи данных	USB-2.0, 480 МГц
Максимальная длина линии связи с ПК, м	5
Потребляемая мощность	+5V, 1000 mA
Габаритные размеры модуля, мм	140x80x80
Вес, кг.	0.6

число используемых фотоприемных блоков велико, подключается дополнительный внешний низковольтный источник питания.

Разработанный фотоприемный модуль протестирован в натурных условиях в лидарных комплексах лидарной сети СНГ (Россия, Беларусь, Киргизия). В качестве примера на ***рис.3*** представлен одиночный высотный профиль лидарного сигнала, полученный с помощью лидара «ЛОЗА» ИОА СО РАН.

Всплески амплитуд на профиле сигнала, характеризуют положение аэрозольных и облачных слоев в тропосфере, а их амплитуда – концентрацию аэрозольных частиц.

Совокупность этих профилей позволяет получить пространственно-временной разрез аэрозольных и облачных полей тропосферы, что демонстрируется на ***рис.4***, где представлены данные лидарного зондирования атмосферы за период от 3 до 23 часов до высоты 12 км. По оси Y приведена высота в метрах, по оси X текущее время в часах. Цветовая шкала справа обозначает скорректированную на квадрат расстояния амплитуду лидарного сигнала. На рисунке отчетливо видна динамика атмосферных процессов, приводящие к заполнению аэрозолем нижнего полукилометрового слоя в дневные часы, а также изменению границ положения облачного поля в период с 15:00 до 23:00 часов.

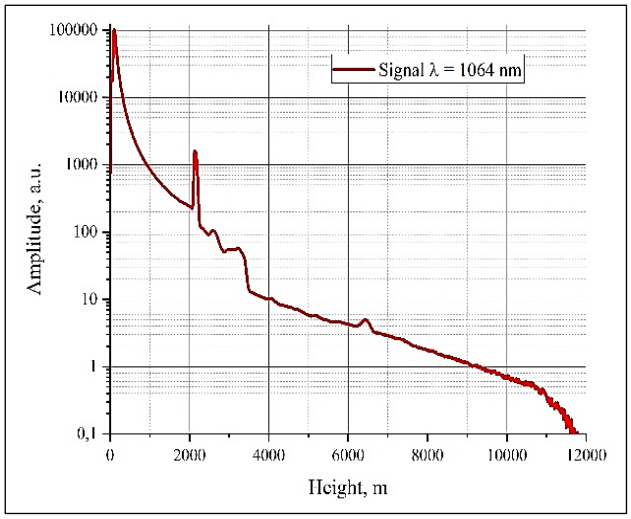


Рис.3 *Высотный профиль лидарного сигнала.*

Применение фотоприемного модуля в сканирующих лидарах позволяет использовать его для контроля распространения в атмосфере аэрозольных промышленных выбросов в индустриальных центрах. В качестве примера на ***рис.5*** представлена пространственно-временная картина распределения аэрозольных примесей в воздушном бассейне промышленного центра по данным лазерного зондирования. Зондирование осуществлялось на длине волны 1,06 мкм, что является наиболее эффективным для обнаружения аэрозольных городских примесей.

Время получения одного разреза с пространственным разрешением 15 метров составляет около 10 минут. Из общего разреза изображения вырезана область одного сканирования в пределах 5 км. Эта область преобразуется в соответствии с типом сектора сканирования и накладывается на карту города. В результате получается последовательность изображений распределения плотности аэрозоля в плоскости сканирования. Это распределение меняется со временем (***рис.5***). Четко видно, что облако аэрозоля смещается ветром влево (на запад) с одновременным уменьшением концентрации аэрозоля. Облако загрязнения уносится ветром и постепенно ослабевает в результате выпадения загрязнения на землю. Интенсивность амплитуд лидарных сигналов позволяет контролировать массовую концентрацию аэрозольных примесей.

В 2025 году в интересах Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь (Минприроды) Институтом физики НАН Беларусь был введен в эксплуатацию сканирующий аэрозольный лидар для

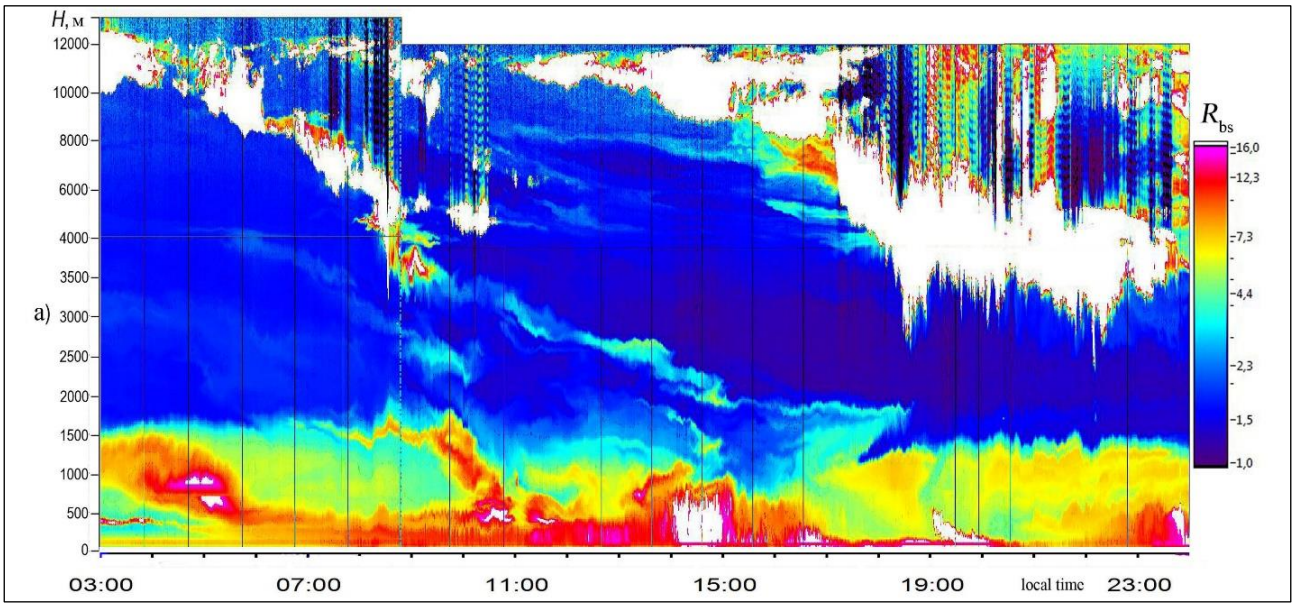


Рис.4 *Пространственно-временной разрез аэрозольного и облачного поля, полученный в период от 3 до 23 часов до высоты 12 км.*

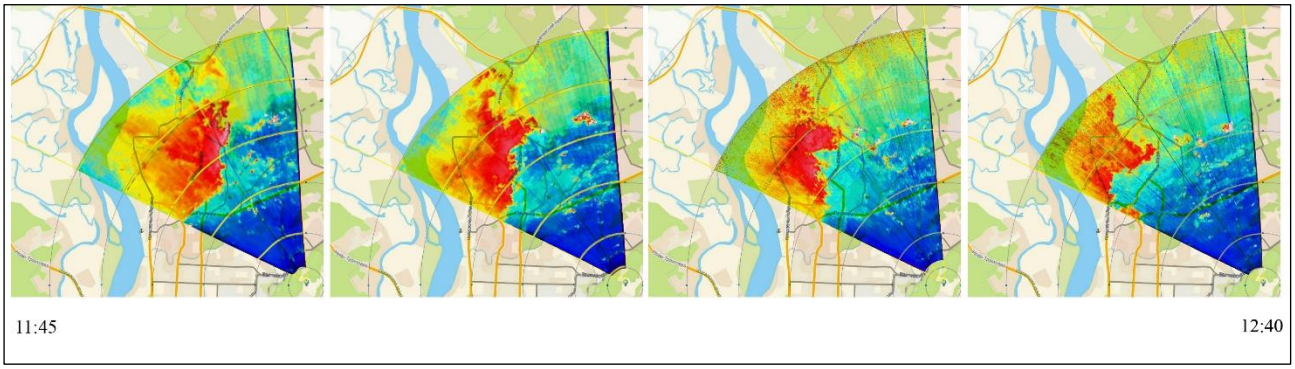


Рис.5 *Пространственно-временная картина распределения аэрозольных примесей в воздушном бассейне промышленного центра..*

контроля воздушного бассейна индустриальных центров Беларуси, в котором используется разработанный совместно с Институтом оптики атмосферы СО РАН фотоприемный модуль для регистрации лидарных сигналов в ближней ИК области спектра длин волн.

Таким образом, коллективом ученых ИОА СО РАН и ИФ НАН Беларуси создан компактный фотоприемный блок, в котором в одном корпусе содержатся все устройства, необходимые для регистрации и оцифровки лидарного сигнала. Тем самым повышена надежность использования фотоприемника путем исключения длинных линий связи между функциональными блоками регистрирующего канала лидара, которые являются основными «приемниками» помех при работе высоковольтных блоков лазера.

Оригинальность технических решений, созданных при разработке фотоприемного модуля, подтверждена патентами РФ [5,6].

Литература

1. Лидарный мониторинг облачных и аэрозольных полей, малых газовых составляющих и метеопараметров атмосферы / Под ред. *Г.Г.Матвиенко*. Томск: Издательство ИОА СО РАН, 2015. 449 с.

2. *Бобровников С.М., Матвиенко Г.Г., Романовский О.А., Сериков И.Б., Суханов А.Я.* Лидарный спектроскопический газоанализ атмосферы. Томск: Издательство ИОА СО РАН, 2014. 508 с.

3. Photomultiplier tube. Basics and Applications. [Electronic resource]. – URL: https://www.hamamatsu.com/resources/pdf/etd/PMTmodules_TPMO0011E.pdf (last access: 29.03.2018).

4. URL:https://www.first-sensor.com/products/optical-sensors/detectors/avalanche-photodiodes-apd/series-10-with-enhanced-nir-sensitivity-1064-nm/. (last access: 2.03.2018).

5. *Балин Ю.С., Коханенко Г.П., Клемашева М.Г., Пеннер И.Э., Самойлова С.В., Новоселов М.М., Насонов С.В., Надеев А.И., Шевцов Е.С.* Лидарный фотоприемный модуль // Патент (РФ), № 198797. Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей РФ 28 июля 2020 г. Патентообладатель: ИОА СО РАН

6. *Балин Ю.С., Коханенко Г.П., Клемашева М.Г., Пеннер И.Э., Самойлова С.В., Новоселов М.М., Насонов С.В., Тригуб М.В.* Фотоприемный модуль для регистрации лидарных сигналов // Патент (РФ), № 198737. Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей РФ 24 июля 2020 г. Патентообладатель: ИОА СО РАН

Номинация «Информационные материалы и лабораторное оборудование»

Диплом II степени

ООО «Инсайнс Солюшнс»[1], Университет ИТМО[2], г.Санкт-Петербург

Учебно-методический комплекс «Квантик-М» по основам квантовой криптографии

Авторский коллектив: ***А.А.Шелеманов[1,2], А.А.Волков[1], В.А.Шкуратова[1,2], А.О.Гаугель[1], К.В.Черепанов[1], Н.В.Безуглая[1,2]***

В рамках реализации государственных задач Десятилетия науки и технологий, импортозамещения и подготовки кадров для квантовой отрасли представлен инновационный учебно-методический комплекс «УМК Квантик-М» для изучения основ квантовой криптографии. Комплекс, разработанный компанией ООО «Инсайнс Солюшнс», обеспечивает наглядную автоматизированную демонстрацию протокола BB84 благодаря собственной разработке — прецизионному моторизированному приводу INS-CSR-360. Проект предлагает оптимальное по цене и функциональности решение, адаптированное для образовательных учреждений, что способствует популяризации науки и создает материально-техническую базу для ранней профориентации молодежи в сфере высоких технологий.

Введение

Текущее десятилетие объявлено Президентом Российской Федерации десятилетием науки и техники (Указ Президента Российской Федерации от 25 апреля 2022 года № 231). В рамках данного указа Правительством РФ утвержден ряд мер и мероприятий (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 июля 2022 года № 2036-р), направленных на популяризацию науки и вовлечение молодежи в научно-техническую и хозяйственную деятельность страны. Особое внимание уделяется вопросам обеспечения технологического суверенитета нашего Государства, форсированию импортозамещения, а также обеспечению технологического лидерства по ряду ключевых направлений – в том числе, в области квантовых технологий.

В настоящее время квантовые технологии включают три основных направления:

1) квантовые вычисления и квантовые алгоритмы;
2) квантовая сенсорика;
3) квантовые коммуникации и квантовая/постквантовая криптография.

Благодаря поддержке и усилиям Президента и Правительства сегодня Россия выходит на лидирующие позиции в области квантовых вычислений и телекоммуникаций. Так, ведущими специалистами и учеными Российского квантового центра (РКЦ), Физического института имени П.Н.Лебедева РАН (ФИАН), университетов МИСИС, МГТУ им. Н.Э.Баумана, МИФИ, ИТМО и ряда других успешно реализуется второй этап дорожной карты [1] по квантовым технологиям (дорожная карта охватывает период с 2020 по 2030гг.).

Такая эффективная работа возможна благодаря вовлечению крупного бизнеса и государственных компаний (ОАО «РЖД», ГК «Росатом», ПАО «Сбербанк России» и другие). Важно отметить появление молодых амбициозных компаний и стартапов, которые в будущем станут драйверами в новой высокотехнологической экономике. Среди подобных стартапов можно выделить компании QRate, «СМАРТС-Кванттелеком», «ИнфоТеКС» и другие.

Однако для вовлечения молодежи в область квантовых технологий на начальном уровне требуется определенная материально-техническая и методическая база, основными критериями которой становятся простота и доступность для учреждений среднего, среднего специального и высшего профессионального образования.

Компанией ООО «Инсайнс Солюшнс» (INSCIENCE) был разработан учебно-методический комплекс «УМК Квантик-М» для изучения основ квантовой криптографии по протоколу BB84 в рамках продвинутого курса по информационно-коммуникационным технологиям с применением современных автоматизированных программно-аппаратных средств. Также комплекс «УМК Квантик-М» может использоваться во внеурочной работе в рамках дополнительного профессионального образования.

Схожие решения уже имеются на рынке. Компанией Thorlabs (США) выпущен учебный комплект Quantum Cryptography Analogy Demonstration Kit [2] – именно он взят за основу для системы «Квантик-М», есть также близкие решения от отечественных разработчиков – «Суперквант» [3] от «СМАРТС-Кванттелеком».

Продукт компании Thorlabs предполагает полностью ручное управление всеми элементами комплекса, в отличие от него «Квантик-М» управляется автоматически через программное обеспечение, параметры управления пользователь устанавливает с помощью персонального компьютера.

«Суперквант» реализован на сравнительно более высоком научном и техническом уровне по отношению к американским аналогам, однако с ростом уровня сложности комплекса связано и значительное увеличение его стоимости. Компанией INSCIENCE было предложено компромиссное решение, сочетающее высокий уровень автоматизации, наглядность и низкую стоимость оборудования.

Описание комплекса

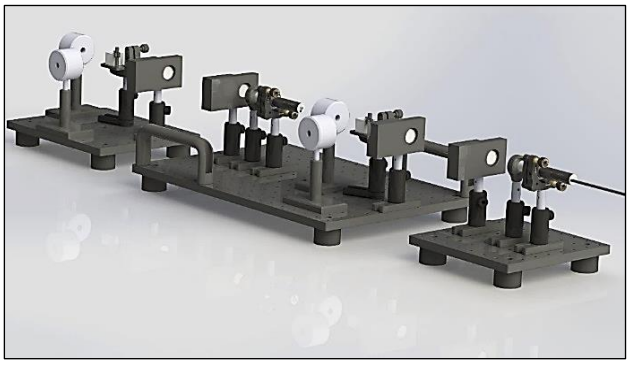


Рис.1 *Внешний вид экспериментальной установки.*

Комплекс «УМК Квантик-М» (***рис.1***) предназначен для демонстрации основных принципов квантовой криптографии и протокола шифрования BB84 [4,5] посредством серии учебных

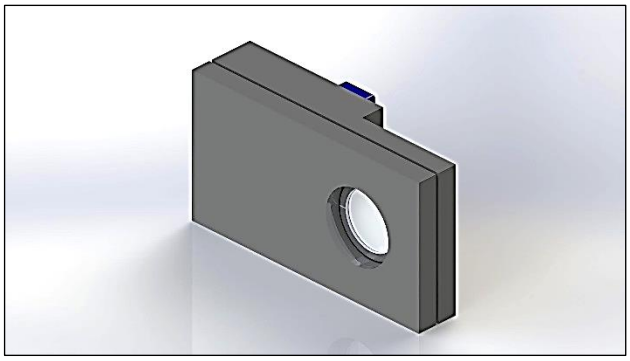


Рис.3 *3D модель автоматизированного вращателя поляризации INS-CSR-360.*

экспериментов, среди которых:

1) демонстрация передачи двоичных данных по классическому открытому атмосферному каналу оптическому связи;
2) кодирование двоичных данных состоянием поляризации оптического излучения;
3) перехват сообщения в классическом открытом канале оптической связи;
4) защита информации – методы шифрования при передаче двоичных данных, использование идеи квантового распределения ключей (QKD);
5) моделирование протокола BB84 с использованием состояний поляризации света;
6) изучение понятий базиса и базисных поляризаций при использовании протокола BB84;
7) идентификация злоумышленника при квантовом шифровании и передаче данных.

Отличительной особенностью представленного комплекса от аналога Thorlabs является полная автоматизация в управлении состояниями поляризации излучения в оптическом

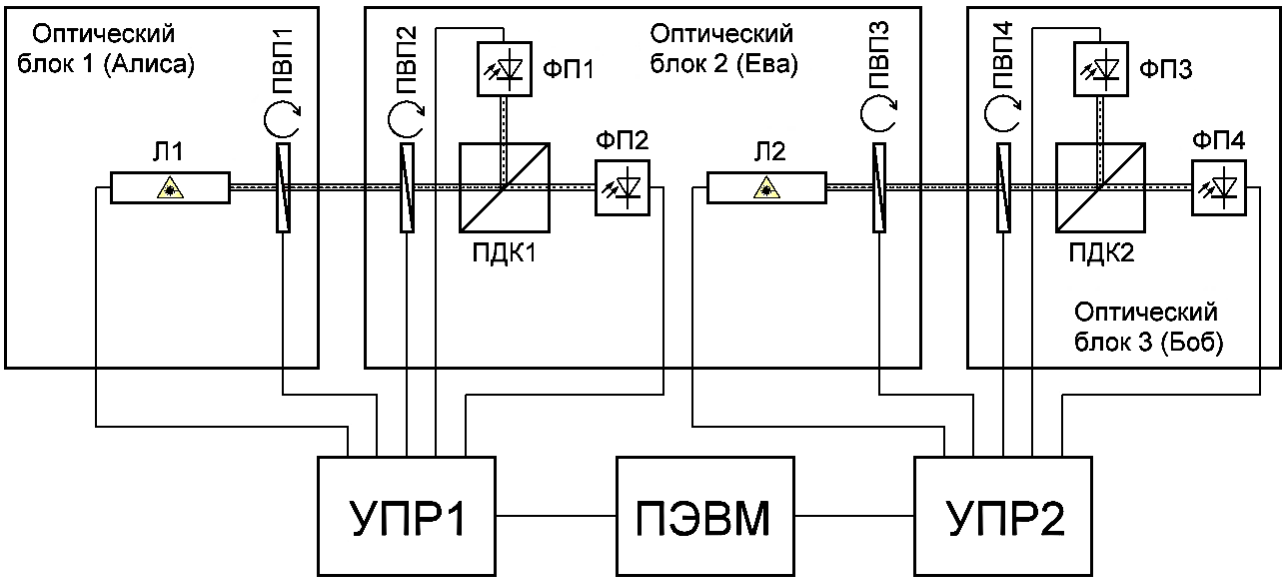


Рис.2 *Схема экспериментальной установки.*

Л1, Л2 – полупроводниковые лазерные источники; ПВП1-4 – полуволновые пластинки, установленные в прецизионные моторизированные вращатели INS-CSR-360 (поворот плоскости поляризации -45°, 0°, 45°, 90°); ПДК1-2 – поляризующие светоделительные кубики; ФП1-4 – фотоприемники; УПР1-2 – цифровые микроконтроллерные блоки управления; ПЭВМ – персональная микроЭВМ.

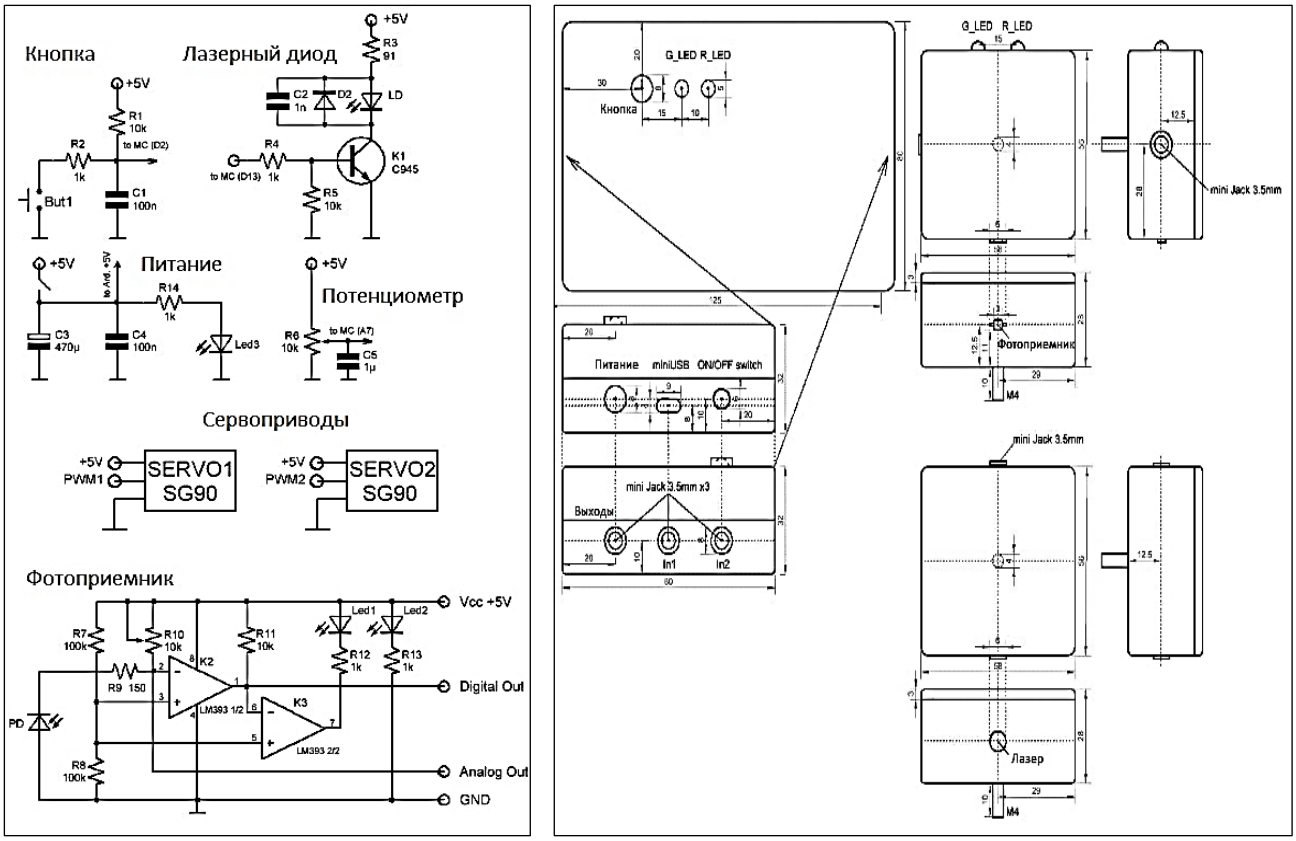


Рис.4 *Периферийные блоки «УМК Квантик-М».*

тракте установки. Достигается это за счет использования моторизированных приводов полуволновых пластинок (см. схему на ***рис.2***).

Прецизионный моторизированный привод для поляризаторов и волновых пластинок, получивший название INS-CSR-360 ***(рис.3)*** – собственная разработка компании INSCIENCE, в настоящее время подается заявка на получение авторского свидетельства.

Преимуществами использования разработанного привода являются:

- точность установки углового положения элементов и, соответственно, ориентации плоскости линейной поляризации оптического излучения (<1□);
- прецизионный многоступенчатый квазипланетарный редуктор в приводе оптического элемента;
- возможность изготовления моторизированного привода с использованием аддитивных технологий.

Также важной отличительной особенностью комплекса «УМК Квантик-М» является интеллектуальная цифровая система управления моторизированными приводами и сбора данных с фотоприемников. Фотоприемники системы оснащены электронными триггерами с регулируемым порогом срабатывания. Сердце цифровой системы – два микроконтроллерных блока управления, которые могут быть реализованы на базе типовых отладочных плат, таких как Arduino или ESP32 – это значительно удешевляет стоимость конечного устройства.

Простота периферии (***рис.4***) позволяет изготавливать блоки управления самостоятельно, в том числе в рамках дополнительных занятий, связанных с научно-техническим творчеством учащихся.

Комплекс «УМК Квантик-М» управляется оператором в полуавтоматическом либо полностью автоматическом режиме при помощи персональной микроЭВМ с установленным пакетом прикладного программного обеспечения (программное обеспечение для 32 или 64 разрядной операционной системы Windows входит в комплект поставки). Передача данных с персональной микроЭВМ осуществляется с использованием последовательного интерфейса RS232 по универсальной последовательной шине данных типа USB. Комплект поставки также включает красочную инструкцию и методическое пособие в печатном и электронном виде, доступные на русском языке.

Технические характеристики «УМК Квантик-М»

- количество оптических блоков – 3 шт., включая блоки отправителя сообщения/ключа «Боб», получателя сообщения/ключа «Алиса» и перехватчика «Ева»;
- количество оптических передатчиков – 2 шт.;
- количество фотоприемников – 4 шт.;
- количество моторизированных вращателей плоскости поляризации – 4 шт.;

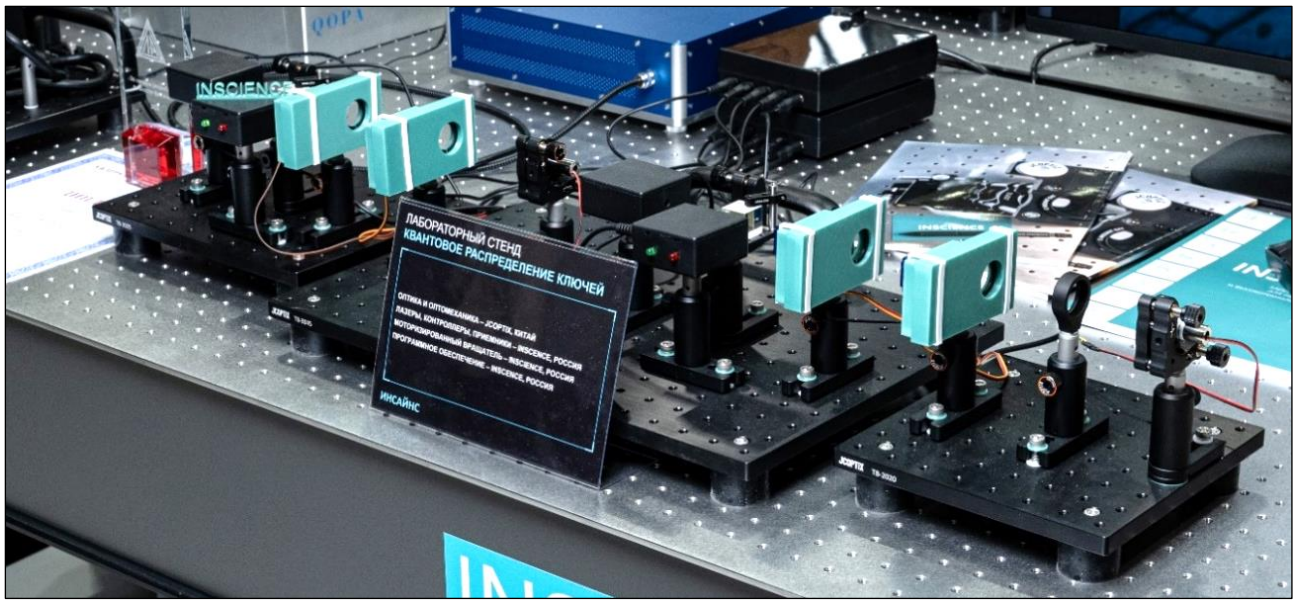


Рис.5 *«Квантик-М» на стенде компании INSCIENCE на выставке Фотоника-2026.*

- количество поляризующих светоделителей – 2 единицы;
- центральная длина волны излучения в оптическом тракте – 635/650 нм;
- средняя мощность оптического излучения в оптическом тракте – не более 5 мВт;
- интерфейс подключения к персональной микроЭВМ – USB.

Компонентная база комплекса «УМК Квантик-М» включает элементы как от отечественных производителей, так и зарубежные комплектующие из дружественных стран. Так, светоделительные кубики изготовлены ООО «Электростекло» (Россия), полуволновые пластинки – компанией JCOPTIX (Nanjing Jingcui Optical Technology Co., Ltd., КНР), оптомеханика – JCOPTIX и ООО «Лассард» (Россия).

Вывод устройства на рынок

В апреле 2025 года компанией INSCIENCE на рынок выведен учебно-методический комплекс по основам квантовой криптографии «УМК Квантик-М» [6]. Отличительной особенностью системы является простота эксплуатации (адаптированность как для средних, так и для высших учебных заведений), низкая себестоимость при высоком уровне локализации производства комплектующих, а также высокий уровень автоматизации при проведении демонстрационных экспериментов.

Ранняя версия комплекса была представлена на 19 международной специализированной выставке лазерной, оптической и оптоэлектронной техники «Фотоника-2025. Мир лазеров и оптики», проходившей с 1 по 4 апреля 2025 года в Москве, в павильоне «Форум» ЦВК «Экспоцентр».

По итогам выставки первая версия комплекса была поставлена в один из ведущих российских университетов. Модернизированная и переработанная версия системы была представлена на 20-й международной специализированной выставке лазерной, оптической и оптоэлектронной техники «Фотоника-2026. Мир лазеров и оптики», проходившей с 31 марта по 2 апреля 2026 года в Москве в выставочном комплексе «Тимирязев Центр» (***рис.5***)

Посетители выставки проявили интерес к разработке, в особенности к реализации двух вариантов управления: полуавтоматическому и полностью автоматическому. Сотрудники университетов отметили, что данный комплект отлично подходит в качестве установки для проведения лабораторных работ в рамках курсов, связанных с квантовым шифрованием и передачей данных. Наличие методического пособия на русском языке, инструкция по сборке и полная техническая документация облегчает ознакомление преподавателей возможностям комплекса и ускоряет внедрение в учебный процесс.

Источники

1. МИНЦИФРЫ. ДОРОЖНАЯ КАРТА РАЗВИТИЯ «СКВОЗНОЙ» ЦИФРОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ «КВАНТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»: [Электронный ресурс]. URL: https://digital.gov.ru/uploaded/files/07102019kvantyi.pdf (дата обращения 28.01.2026).
2. THORLABS. Quantum Cryptography Analogy Demonstration Kit: [Электронный ресурс]. URL: https://www.thorlabs.com/quantum-cryptography-analogy-demonstration-kit (дата обращения 28.01.2026).
3. СМАРТС КВАНТТЕЛЕКОМ. Учебный комплекс квантового распределения ключей «Суперквант»: [Электронный ресурс]. URL: https://quanttelecom.ru/products/superquant (дата обращения 28.01.2026).

4. Bennett C. H., Brassard G. Quantum cryptography: Public key distribution and coin tossing //Theoretical computer science. – 2014. – Т.560. – С. 7-11.
5. Akdemir Z. G. et al. For Your Eyes Only: Introducing Quantum Key Distribution to High School Students //Science Teacher. – 2021. – Т.88. – №. 3. – С. 44-51.
6. JCOPTIX. Лабораторный комплект "Квантовое распределение ключей": [Электронный ресурс]. URL: https://jcoptix.ru/quantum_key_distribution (дата обращения 28.01.2026).

ХРОНИКА

«Связь-2026»

С 7 по 10 апреля 2026 г. в ВК «Тимирязев Центр» прошла 38-я международная выставка информационных и коммуникационных технологий «Связь-2026». Мероприятие было организовано АО «ЭКСПОЦЕНТР» при поддержке Министерства промышленности и торговли РФ, Комитета Государственной Думы ФС РФ по науке и высшему образованию и под патронатом ТПП РФ.

Выставка «Связь-2026» проходила в рамках «Российской недели высоких технологий-2026» («РНВТ-2026»), которая включала в себя также экспозицию «Навигационные системы, технологии и услуги» – «НАВИТЕХ-2026» и тематический раздел потребительской электроники.

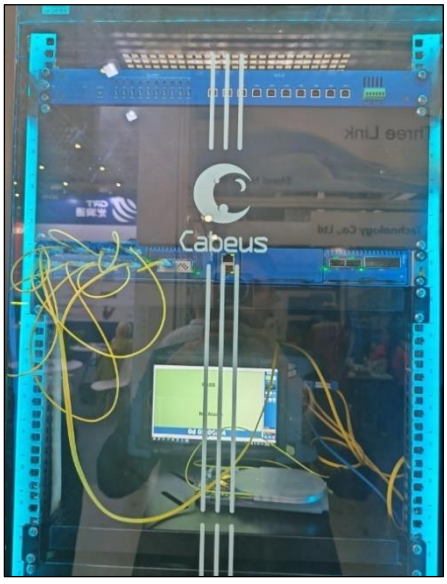
По данным организаторов выставочная площадь «РНВТ-2026» составила более 15 000 кв. м. В выставке «Связь-2026» приняли участие свыше 360 компаний из трех стран − Китайской Народной Республики, Республики Беларусь и России. Около 180 российских компаний представляли более 10 различных регионов страны. Выставку посетили более 15 400 специалистов из 30 стран и 82 регионов России.

В этом году наибольшее внимание в экспозиции было уделено системам и оборудованию фиксированных сетей связи, кабелям связи и линейно-кабельному оборудованию, сетевой инфраструктуре, телекоммуникационным технологиям, ЦОДам, в том числе оборудованию и ПО для них.

Почти вдвое по сравнению с предыдущим годом выросло количество решений для кибербезопасности, существенно увеличился представленный ассортимент оборудования для спутниковой и мобильной связи, радиосвязи. Заметен был рост объема предложений в области услуг связи, ЦОД и контакт-центров.

Телекоммуникационный блок компании «ВПГ Лазеруан» (кластер «СФ Тех» ГК «Софтлайн») на своем выставочном стенде представлял серийно выпускаемую оптическую транспортную платформу «Горизонт» – отечественную DWDM-систему с глубокой локализацией производства, максимально возможной на сегодняшний день. Продуктовая линейка «Горизонт» для магистральной связи включает три форм-фактора исполнения: 1U, 4U и 10U, а для соединений ЦОДов: 1U и 4U.

На выставке наша компания впервые показала новые каналообразующие модули АТР-800 для DCI конструктива (агрегирующие транспондеры) – как две модификации для подключения клиентского сетевого оборудования по интерфейсам 100GE и 400GE, обеспечивающие передачу сигнала на одной длине волны со скоростью 800 Гбит/с. Оборудование «Горизонт» позволит с 2026 года строить как сети связи на 120 спектральных каналах 50 ГГц,





так и сети с каналами *flexgrid* в максимально возможном C++ диапазоне 6000 ГГц, что отвечает современным запросам отечественного рынка. Компания представила новый компактный эрбиевый оптический усилитель (EDFA) для магистральных линий C+ диапазона, где не требуется максимальная спектральная плотность линий, а требуется максимальный коэффициент усиления − это первый отечественный компактный EDFA с беспрецедентными техническими характеристиками.

По мнению специалистов компании, «ВПГ Лазеруан» – единственный сегодня отечественный поставщик DWDM-систем, оптические усилители которого изготавливаются на основе легированного оптического волокна, изготовление и вытяжка которого производится на собственном оборудовании предприятия.

На стенде «ВПГ Лазеруан» можно было познакомиться также с последними усовершенствованиями сетевой системы управления и мониторинга «ПУЛЬС». Незадолго перед выставкой в нее были добавлены функции автоматизации процессов настройки, а также функции управления спектральными каналами и сервисами.

Российское оборудование на базе оптического волокна на выставке кроме «ВПГ Лазеруан» представили ещё ряд компаний.

Холдинг «Росэл» (ГК «Ростех»)

На объединённой экспозиции холдинг продемонстрировал телекоммуникационное оборудование и отечественные электронные компоненты для систем связи. Среди экспонатов:

- сервисные маршрутизаторы серий ISN415 и ISN505 — российское оборудование уровня доступа для корпоративных сетей;
- сверхточные кварцевые резонаторы и генераторы для радиопередатчиков и микроконтроллеров;
- волоконно-оптический кабель с технологией бесконтактной передачи данных.

ООО «Т8»

Была представлена DWDM-платформа **«Ангара»** нового поколения:

- передача до 64 Тбит/с на расстоянии до 1000 км (80 каналов по 800 Гбит/с в диапазоне C6T + L6T);
- гибкая архитектура с поддержкой фазово-временной синхронизации и интеллектуальным управлением;
- модульность (блоки для построения новых линий, включая оптическую часть, мукспондеры на 800G).

ООО «Инкаб»

Пермский производитель оптического кабеля работает с 2007 года, на выставке эта компания представила:

- кабели для телеком-отрасли, включая линейку направления «ОК-кабель»;
- огнестойкий оптический кабель;
- комбинированные и оконцованные решения.

ООО «Сарансккабель-Оптика»

Компания из Саранска, производящая оптические кабели для магистральных и внутризоновых сетей связи, а также провода для ЛЭП и LAN-кабели для СКС. На выставке «Связь-2026» компания продемонстрировала свои разработки.

АО «Центр ВОСПИ»

Специализация предприятия – разработка, изготовление, поставка компонентов, аппаратных средств для волоконно-оптических локальных информационно-вычислительных сетей, широкополосных аналоговых волоконно-оптических линий передачи СВЧ-сигналов и беспроводных радиотелеметрических средств измерений, сбора и обработки информации.

***С.Ю.Журавель**, руководитель телекомнаправления Компании «ВПГ Лазеруан»*

✶ ✶ ✶

XXVIII Международная научно-техническая конференция по фотоэлектронике и системам технического зрения



Свыше четырех сотен ученых и профессионалов из десятков организаций в сфере оптоэлектроники и фотоники приняли участие в XXVIII Международной научно-технической конференции по фотоэлектронике и системам технического зрения. С 27 по 29 мая в Москве, в ГНЦ НПО «Орион» холдинга Швабе, специалисты представили новые подходы к созданию фоточувствительных структур и обсудили перспективы их использования в современных системах технического зрения. В мероприятии участвовали ученые, инженеры и технологи ведущих производственных предприятий, вузов и научно-исследовательских центров России и ряда дружественных стран.

Поддержку конференции оказали Минпромторг, Минобрнауки, Российский научный фонд, Фонд перспективных исследований и др. Мероприятие прошло в рамках инициативы «Наука и бизнес» Десятилетия науки и технологий. Событие также было приурочено



к 80-летию ГНЦ РФ НПО «Орион».

На открытии конференции выступила заместитель генерального директора АО «Швабе» *Ольга Федоровна Малашкина*: *«У фотоники большое будущее*, – подчеркнула она. – *Я уверена, что фотоника является перспективным направлением для молодых специалистов»*.

Временный генеральный директор ГНЦ НПО «Орион» *Максим Витальевич Якушев* приветствовал полный зал коллег, подчеркнув важность разработок в бурно развивающейся последние годы области фотоники. В этом году «Ориону» исполнилось 80 лет, многое довелось пройти развивающейся науке, но тренды на развитие фотоники неизменны.

Теплые приветственные слова произнёс также заместитель генерального директора холдинга «Швабе» Госкорпорации Ростех, руководитель приоритетного технологического направления по технологиям оптоэлектроники и фотоники в РФ *Сергей Викторович Попов*, который сказал: *«Я рад приветствовать на этой конференции большое количество специалистов, которые стояли у истоков формирования фотоэлектроники в нашей стране. И мне вдвойне приятно видеть много молодых исследователей, которые сегодня развивают это направление и представляют новые перспективные разработки»*.

Приветствовал участников и генеральный директор НИИ «Полюс» им. М.Ф.Стельмаха холдинга «Швабе» Госкорпорации Ростех, руководитель приоритетного технологического направления по технологиям радиофотоники в РФ *Вадим Валерьевич Старцев*. Он с особым теплом обратился к залу и акцентировал внимание на включенное в этом году в тематику конференции направление технического зрения, которое необычайно важно развивать сегодня. Техническое зрение востребовано не только в промышленном контроле качества, но и в логистике, робототехнике, сельском хозяйстве, медицине. Техническое зрение обеспечивает большую скорость принятия решений и повышает эффективность управления различными процессами.

Руководитель центра перспективной электроники ФПИ *Алексей Васильевич Заблоцкий* подчеркнул важность роли лидеров, роль личности в любом ответственном новом деле и призвал присутствующих продолжить усиленно трудиться в самой стремительно развивающейся отрасли – фотонике.

Конференц-зал с трудом вместил всех желающих послушать доклады о современном состоянии и перспективах развития фотоэлектроники. Конференция традиционно является авторитетной дискуссионной площадкой, где специалисты из разных предприятий отрасли могут обсуждать настоящее и будущее этой индустрии. Было заслушано 136 докладов, которые затрагивали все аспекты создания современных изделий и приборов, работающих в различных спектральных диапазонах. Участники обсудили потенциал новейших технологий разработки матричных фотоприемных устройств, обработки сигналов и изображений с примене-

нием нейросетевых алгоритмов, систем и методов измерений, а также микрокриогенной техники. Докладчики рассказали о достижениях в области инфракрасных детекторов, возможностях квантовой «нуль-мерной» сенсорики и коллоидных квантовых точек, а также новых методах аэрозольной печати и высокоточного прессования оптических элементов, о перспективных материалах и оборудовании для производства изделий фотоэлектроники.

С обзора эпох развития и анализа ближайших перспектив и направлений инфракрасной фотоэлектроники начал пленарное заседание заместитель генерального директора «Орион» по инновациям *Игорь Дмитриевич Бурлаков*. Он подчеркнул, что потенциал АО «НПО «Орион» позволяет решать задачи государственного уровня в области развития науки, технологий.

Генеральный конструктор АО ЦНИИ «Электрон» *Сергей Сергеевич Татаурщиков* представил доклад о разработке и создании отечественных КМОП-фотоприемников видимого диапазона в АО «ЦНИИ «Электрон» и отметил важность совершенствования технологии в сторону повышения проектных норм до 30-60 нм.

Следует выделить группу докладов коллектива авторов из ИФП СО РАН, посвященных развитию в этом Институте технологии охлаждаемых матричных ИК-фотоприемников. *Дмитрий Владимирович Гуляев* из Института физики полупроводников им. А.В.Ржанова СО РАН Новосибирска в своем докладе «InAs/GaSb сверхрешетки для ИК фотоприемников» представил обзор последних достижений в этой области.

Начальник научно-технического центра НПО «Орион» *Константин Олегович Болтарь* выступил с докладом «Перспективы развития твердотельной фотоэлектроники в ГНЦ РФ АО «НПО «ОРИОН», в котором подробно рассказал об основных технологиях фоточувствительных материалов, алгоритмах обработки сигнала для существенного улучшения качества изображения и новых перспективах отечественной фотоэлектроники.

Алексеем Васильевичем Заблоцким была освещена тема «Меры поддержки разработок Фонда перспективных исследований». Он подчеркнул, что ФПИ обеспечивает финансирование любых предприятий любой формы собственности и отметил, что зачастую лучшие результаты получаются в связке коллектива разработчиков с теми, кто внедряет на предприятии их разработку.

В последнее время начали реализовываться идеи использования в фотоэлектронике нанотехнологий низкоразмерных материалов и метаматериалов. *Владимир Павлович Пономаренко* с коллегами представил доклад «Нуль-мерная сенсорика. Состояние и перспективы», отметил важность взаимного дополнения технологий 3D фотосенсорики и 0D материалов.

Интересными для присутствующих была группа докладов, сделанных коллективом сотрудников Оптико-механического конструкторского бюро «Астрон», посвященная рассмотрению вопросов МЭМС-технологии в производстве неохлаждаемых микроболометрических матричных детекторов и другим аспектам технологии изготовления микроболометрических матриц. Последние тенденции развития технологий микроболометров свидетельствуют о растущем спросе на новые функциональные возможности микроболометров.

В рамках конференции состоялось заседание круглого стола «Техническое зрение». Его проведение позволило участникам в ходе диалога обсудить актуальность и соответствие научного уровня разработок требованиям современных реалий промышленной политики, наметить пути дальнейшего расширения области применений систем технического зрения и принять ряд решений по их направлениям их развития. Техническое зрение является основным источником информации об окружающем мире и безусловно связано с принятием стратегических управленческих решений. Для изготовления систем технического зрения требуется сотрудничество большого количества ученых и инженеров. Это позволит создавать системы технического зрения, применяемые повсеместно - от анализа процессов изготовления материалов для микроэлектронных изделий до систем дистанционного зондировании Земли.

Значительная часть докладов была посвящена технологии фотоматериалов и приборов.

В целом, доклады авторов были посвящены значительному кругу проблем, стоящих перед специалистами и учеными в области фотоэлектроники, и представлены на высоком уровне. В числе ключевых тем – традиционные и новые научные направления: фотоэлектроника для специальных применений, фотоэлектроника для космоса, фотоэлектроника квантоворазмерных структур, терагерцевая фотоэлектроника, цифровая обработка видеосигналов.

Завершая далеко не полный обзор XXVIII Международной конференции по фотоэлектронике и приборам ночного видения, хочется сказать, что конференция привлекла значительное внимание научного сообщества. Она прошла в доброжелательной атмосфере, доклады высокого научного уровня вызывали дискуссию, которая показывала заинтересованность слушателей. В заключение участники поблагодарили организаторов и оргкомитет конференции за эффективную работу и пожелали всем успехов в дальнейшем развитии отечественной фотоники и систем технического зрения.

***А.В.Наумов**, ОКБ «Астрон», отв. секретарь РГ «Оптико-электронные технологии, узлы и компоненты» техплатформы «Фотоника»*

ИНТЕРНЕТ-НОВОСТИ

Китайские учёные совершили рывок в сверхплотной голографической записи

Несмотря на хорошие перспективы, голографическая запись пока не снискала коммерческого успеха. Запись и декодирование записанной информации — фактически «размазанной» по внутреннему пространству прозрачного носителя — оказалась сложной и капризной. Развитие машинного обучения снимает часть проблем, а потребность в хранении всё большего объёма данных заставляет продолжать смотреть в сторону голографической записи. Более того, в игру вступил Китай.

В частности, в опубликованной недавно в журнале «Optica» статье «New holographic storage method uses light to pack more data in less space» вышло описание прорывного метода голографического хранения данных, разработанного командой китайских учёных под руководством *Сяоди Тана (Xiaodi Tan)* из Фуцзяньского педагогического университета (Fujian Normal University). Учёные, по сути, впервые предложили кодировать информацию одновременно в трёх характеристиках света — амплитуде, фазе и поляризации. До этого голографическая запись кодировалась либо с использованием амплитуды, либо фазы светового импульса и только в редких случаях совмещала обе возможности.

Учёные из Китая решили сделать всё и сразу, объединив в одном устройстве кодирование одновременно по трём параметрам, что, как нетрудно понять, максимально уплотняет запись в пересчёте на площадь и объём носителя. Поляризация была самым трудным моментом во всём этом процессе, и на разработку принципа поляризационной голографии ушло больше всего ресурсов и трудозатрат.

В эксперименте запись осуществлялась в объёме поляризационно-чувствительного фотополимера PQ/PMMA толщиной 1 мм с помощью лазерного излучения, в котором световые паттерны пересекались в трёх измерениях. Для упрощения записи и последующего чтения была предложена оптическая система на основе совмещения двух отдельных изображений с ортогональной поляризацией. В результате возникала дифракционная картина, из которой можно было извлечь данные об амплитуде, фазе и поляризации в каждом пикселе.

Декодировать данные помогло машинное обучение. Для этого была разработана и обучена свёрточная нейронная сеть TriDecode-Net, которая извлекала амплитуду, фазу и поляризацию из общей картины. Каждый пиксель при этом принимал 27 состояний (по три на каждую характеристику света). При использовании мультиплексирования плотность записи в том же объёме можно увеличить ещё сильнее. Меньше всего ошибок было для амплитудных характеристик, что вполне объяснимо. На втором месте шла поляризация, а фаза — на третьем. Для желающих разобраться подробнее можно обратиться к статье, которая полностью доступна по ссылке.

По сравнению с существующими технологиями преимущества новой системы очевидны. Голографический подход в процессе записи и чтения использует весь объём материала, обеспечивая гораздо большую плотность хранения. Предложенный китайскими учёными метод упрощает оптическую систему, снижает энергопотребление и ускоряет чтение данных. Нейросеть позволяет обойти сложности прямого измерения фазы и поляризации, достигая низкого уровня ошибок (в среднем 0,0094–0,0279), что делает технологию более эффективной и надёжной для массового применения.

Как подчеркивает *Сяоди Тан*, многомерное кодирование существенно повышает информационную ёмкость каждой страницы записи, а синхронное декодирование с помощью ИИ устраняет необходимость в сложных измерениях. Технология перспективна для создания небольших дата-центров, архивного хранения, оптического шифрования и безопасной передачи данных. Хотя работа находится на стадии лабораторной демонстрации и требует дополнительных исследований, она закладывает основу для практичной высокоплотной голографической памяти будущего.

https://3dnews.ru/1140064/

* * *

Лазерный ключ к любви: ученые создали «выключатель» для гормона доверия в мозге

Ученые изобрели революционный инструмент, который позволяет включать и выключать «гормон любви» окситоцин с помощью света. Это открытие проливает свет на то, как мозг формирует социальные связи, доверие и эмоциональные реакции.

Австралийские исследователи из Университета Квинсленда разработали молекулярные зонды, чувствительные к определенной длине волны света. Направляя лазер, они высвобожда-

дают окситоцин в точных точках мозга — на уровне отдельных нейронов или синапсов. Такой подход позволяет наблюдать эффекты в реальном времени, не затрагивая соседние области.

Ранее изучение окситоцина и близкого ему вазопрессина было затруднено. Теперь можно точно разделять причину и следствие. Эти нейропептиды управляют доверием, привязанностью, воспитанием потомства, эмпатией, обучением и памятью. Их дисбаланс связан с аутизмом, тревогой, депрессией, зависимостью, ПТСР, шизофренией.

Зонды безопасны — не оставляют токсичных следов и работают с клеточной точностью. Технология применима не только к мозгу, но и к тканям, где генная инженерия невозможна. Это открывает путь к изучению множества других нейропептидов.

«Направляя лазерный свет в нужное место и время, мы можем выделить окситоцин и вазопрессин в мозге с беспрецедентной точностью и наблюдать, как мозговые клетки реагируют в реальном времени», — объясняет профессор *Маркус Муттенталер*, руководитель проекта.

Открытие обещает прорыв в понимании мозговых цепей социального поведения. В перспективе — новые методы терапии психических расстройств и улучшение качества жизни миллионов людей.

Результаты работы опубликованы в Angewandte Chemie International Edition.

https://poisknews.ru/biologiya/

ЮБИЛЕИ



5 июня с.г. исполнилось 80 лет доктору технических наук профессору ***В.В.Валуеву*** *– одному из ведущих отечественных специалистов по мощным лазерным системам и радиофотонике, Лауреату Премии Правительства РФ по новой технике, члену Правления Лазерной ассоциации.*

После окончания в 1971г. Московского энергетического института по специальности «радиофизика» Виктор Васильевич на протяжении многих лет работал в оборонно-промышленном комплексе страны, занимаясь вопросами создания и испытания лазерных комплексов для систем ПРО (ЦКБ «Алмаз» – главный конструктор, НПЦ «Система» ЦКБ «Алмаз» – генеральный конструктор, НПК «Высокие технологии и стратегические системы» – заместитель генерального директора, НПО «Астрофизика» – заместитель генерального директора по научной работе, ОАО «КБ «Кунцево» – технический директор, АО «РТИ Радио» – директор). Виктор Васильевич является автором 17 изобретений, более сотни научных работ.

В конце 80-х годов В.В.Валуев работал в Комиссии по военно-промышленным вопросам при Совете Министров СССР, где в качестве главного специалиста формировал структуру кооперaций, создававшихся для разработки лазерных и оптико-электронных систем специального назначения, и определял направления работ участников этих кооперaций. Принятые тогда решения долгие годы служили базовыми для всех последующих госпрограмм по этой тематике.

Остро осознавая потребность отечественного ВПК в оборудовании радиофотоники, В.В.Валуев (вместе с А.Н.Шулуновым) инициировал создание на базе НИЯУ МИФИ в 2018г. консорциума «Радиофотонные технологии цифровых и аналоговых систем нового поколения» и организацию в российской технологической платформе «Фотоника» специальной тематической группы «Радиофотоника». Появления этих объединений, проведённые ими экспертно-аналитические исследования существенно способствовали признанию радиофотоники в нашей стране приоритетным технологическим направлением и появлению целевых программ её развития.

Будучи убеждённым государственником и хорошо зная проблемы организаций отечественной лазерно-оптической отрасли, Виктор Васильевич активно поддерживает деятельность Лазерной ассоциации, с 2016г. является членом Совета ЛАС (с 2026г. – Правления ЛАС) и членом Секретариата техплатформы «Фотоника», со-организатором многих профильных мероприятий в России.

Поздравляя уважаемого Виктора Васильевича с 80-летитем со дня рождения, мы желаем ему доброго здоровья ещё на многие годы активной творческой и организационной деятельности, успехов в этой деятельности, семейного благополучия и всех доступных радостей!

Правление Лазерной ассоциации
сотрудники аппарата ЛАС

Секретариат техплатформы «Фотоника»
друзья, коллеги, ученики



Всероссийская научно-техническая конференция

«Радиофотоника-2026»

г.Долгопрудный, МФТИ, 30 июня − 1 июля 2026 года

АО «НИИ «Полюс» им. М.Ф.Стельмаха» и МФТИ при поддержке Государственной корпорации «Ростех», Холдинга АО «Швабе», Минпромторга России, Минобрнауки России. Российской академии наук, Российского научного фонда, Лазерной ассоциации, Фонда перспективных исследований проводят Всероссийскую научно-техническую конференцию по радиофотонике.

Секции конференции:

⇒ Технологии оптоэлектронной компонентной базы и устройств радиофотоники
⇒ Технологии фотонных интегральных схем
⇒ Технологии проектирования, макетирования и измерений изделий радиофотоники
⇒ Применение технологий радиофотоники

На конференции, проходящей в рамках Десятилетия науки и технологий в России, будут представлены обзорные и оригинальные сообщения и научные доклады, охватывающие широкий круг актуальных вопросов по развитию технологий радиофотоники, включая разработку дискретных компонентов и устройств (лазеров, модуляторов, фотоприемников, усилителей и приемо-передающих модулей), проектирование и создание фотонных интегральных схем на различных материальных платформах. Кроме того, будут рассмотрены различные направления и перспективы применения технологий радиофотоники.

Формат конференции и научная программа:

пленарные сообщения, приглашенные и устные доклады по научным тематикам. круглый стол.

Печать материалов конференции не планируется, но необходимы экспертные заключения о возможности открытого опубликования тезисов и презентаций докладов.

Оргвзнос не предусмотрен.

Регистрация участников, прием тезисов на сайте конференции:
https://scinetwork.ru/radio-photonics-2026

Место проведения конференции:

МФТИ, г.Долгопрудный, Институтский пер., д. 9, Главный корпус

«Лазер-Информ»
Издание зарегистрировано
в межведомственной комиссии
МГСНД 26.12.91, Рег. N 281
©Лазерная ассоциация
Перепечатка материалов
и их использование в любой форме
возможны
только с разрешения редакции.

Отпечатано в НТИУЦ ЛАС
Тираж 500 экз.

Главный редактор
И.Б. Ковш
Редактор: Т.А. Микаэлян
Ред.-издательская группа:
Т.Н. Васильева
Е.Н. Макеева

Наш адрес:
117342, Москва, ул. Введенского,
д.3, стр. 1, ЛАС
Телефоны: (495) 333-00-22,
334-47-80
Моб. тел.: +7 916 807 1165
E-mail: info@cislaser.com
http://www.cislaser.com