



«Фотоника-2023»: лазеров стало больше

Н. Л. Истомина^{1,2}

¹ МАИ, национальный исследовательский университет, Москва, Россия

² МИИГАуК, Москва, Россия

Лазерные, оптические и оптоэлектронные технологии играют важную роль в обновлении ряда системообразующих секторов российской национальной экономики и ее инновационном развитии. На основе краткого обзора продуктов, экспонирующихся на выставке «ФОТОНИКА-2023», сделана попытка выделить тренды технологического бизнеса в области фотоники.

Ключевые слова: фотоника, тренды технологического бизнеса, рынок лазерного оборудования, оптические, оптоэлектронные технологии

Статья получена: 13.06.2023

Статья принята: 20.06.2023

Выставка «Фотоника-2023» закончила свою работу, награды нашли своих победителей, запланированные контракты и соглашения заключены и подписаны в торжественной обстановке, наступило время подготовки новых проектов. Оглядываясь назад, оценим результаты выставки.

Экспозиция выставки располагалась в том же павильоне «Форум» московского Экспоцентра, как и в прошлом году, но увеличилась на 20% и превысила 3000 квадратных метров. Большинство из 164 экспонентов выставки были ее традиционными участниками, правда, появились новички – более 20 компаний, они то и обеспечили прирост площади. Часть компаний представила свою продукцию на коллективных стендах корпораций и фондов: ГК «Ростех», ГК «Росатом», Корпорация развития Зеленограда, Фонд «Сколково», ЦК НТИ «Фотоника». Выставку, по данным организаторов, посетили более 8000 человек, что составило прирост числа посетителей на 37% по отношению к прошлому году [1]. По словам министра промышленности и тор-

Photonics-2023: There Are More Lasers

N. L. Istomina^{1,2}

¹ Moscow Aviation Institute, National Research University, Moscow, Russia

² Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

The laser, optical and optoelectronic technologies play an important role in the upgrade of a number of backbone sectors of the Russian national economy and its innovative development. Based on a brief overview of the products exhibited at PHOTONICS-2023, an attempt was made to highlight the trends in the tech business in the field of photonics.

Keywords: photonics, tech business trends, laser equipment market, optical, optoelectronic technologies

Article received: June 13, 2023

Article accepted: June 20, 2023

The Photonics-2023 exhibition has been finished, the awards have found their winners, the scheduled contracts and agreements have been concluded and signed in a solemn atmosphere, and now it is time to prepare new projects. With the benefit of hindsight, we will assess the exhibition results.

The exhibit display was located in the same Forum pavilion of the Moscow Expocentre, as in the previous year, but the exposition was increased by 20% and occupied an area over 3,000 square meters. Most of the 164 exhibitors were its permanent participants. However, there were also the newcomers – more than 20 companies that ensured the increased area. Some of the companies presented their products at the collective stands of corporations and foundations: Rostec State Corporation, Rosatom State Corporation, Zelenograd Development Corporation, Skolkovo Foundation, Competence Center of the National Technological Initiative “Photonics”. According to the promoters, the exhibition was visited by more than 8,000 people that showed an increase in the number of visitors by 37% compared to the previous year [1]. According to Denis Manturov, the minister of industry and trade, Russia is included in a very limited “club of leaders” in the field of photonics [2].

говли Дениса Мантурова, в области фотоники Россия входит в очень ограниченный «клуб лидеров» [2].

Ассортимент представляемой продукции не изменился, но глазу заметно – лазеров стало больше. Среди них продукция российских компаний и китайских производителей, которые пришли в Россию на смену ушедшим европейским и американским компаниям. Вопросы потребителей касаются длины волны, параметра пучка M^2 , мощности энергия в импульсе, частоты следования импульсов и стоимости. Но мало кто задумывается об их сроке службы, а от этого зависит и срок службы систем, в которые они интегрированы.

Лидер российского лазерного рынка компания ИРЭ-Полюс представила линейку иттербиевых волоконных лазеров разной мощности серии YLS (Ytterbium Fiber Laser Systems), которые могут быть легко интегрированы в станки разного назначения: от микрообработки до сварки и резки. ЛАС-САРД представил свои твердотельные и волоконные лазеры, а также квантроны с поперечной диодной накачкой, которые выпускает на производственной площадке в Обнинске.

Троицкая компания «Авеста» – лазеры ультракоротких импульсов, как волоконные, так и твердотельные. Их лазеры с фемтосекундной длительностью импульсов давно завоевали лидирующие позиции в своей нише. Волоконный лазер собственного производства представила компания NordLase – одномодовый иттербиевый волоконный лазер NL-YFLM-1080-1000 с параметром пучка M^2 около 1,2.

На рынок активно выводит свои волоконные лазеры ультракоротких импульсов компания ООО «Поларус». Целевой рынок применений лазеров ООО «Поларус» – это микрообработка материалов с помощью холодной абляции. На выставке компания представила линейку моделей пикосекундных лазеров с различной пиковой мощностью. «Поларус» также разрабатывает и производит электронику для лазеров. Впервые на выставке участвует компания НПО «Солитон» с волоконными источниками суперконтинуума, перекрывающими диапазон длин волн от 350 до 2400 нм при выходной мощности до 5 Вт.

А российские дистрибьюторы предлагают потенциальным потребителям российские и импортные лазеры. Компания «ЛЛС» поставляет лазерные диодные модули и суперконтинуумы. Компания «Специальные Системы. Фотоника» представляет волоконные одночастотные лазеры, наносекунд-



The range of presented products has not changed, but it is noticeable that there are more lasers. Among them there are the products of Russian companies and Chinese manufacturers that have come to Russia to replace the withdrawn European and American companies. The consumers have asked the questions related to the wavelength, beam parameter M^2 , power energy per pulse, pulse recurrence rate and cost. However, few people think about their service life, and the service life of the systems where they are integrated also depends on this fact.

IRE-Polyus, being the leader of the Russian laser market, has presented a line of ytterbium fiber lasers of the YLS (Ytterbium Fiber Laser Systems) series with various power values that can be easily integrated into the machines for various purposes: from micromachining to welding and cutting. LASSARD presented its fiber and solid-state lasers, as well as the laser heads (quantrons) with transverse diode pumping that are made at the production site in Obninsk.

Avesta, the company based in Troitsk, produces the ultra-short pulsed lasers, both of fiber and solid-state types. Their lasers with femtosecond pulse duration have long gained the lead in their area. NordLase also presented its fiber-optics laser, namely a single-mode ytterbium fiber laser NL-YFLM-1080-1000 with a M^2 beam parameter of about 1.2.

Polarus LLC is actively bringing the home-made fiber-optics lasers to the market with ultra-short pulses of picosecond duration. The target market for the application of Polarus LLC technology is material processing using the ultra-short laser pulses. The key tech feature is application of a highly doped phos-



ные ND:YAG и ND:YLF лазеры, пикосекундные и фемтосекундные лазеры, перестраиваемые источники суперконтинуума, а также компактные готовые лидары и системы PIV. Несмотря на разнообразие технических особенностей, все производители лазеров стремятся создать инструмент для его будущей интеграции в лазерные системы для производства других высокотехнологичных изделий.

Сколько тем, столько и разных лазерных систем. Глобальные тренды – это, конечно, обработка материалов: средний темп прироста рынка лазерных систем для обработки материалов за прошедшие 35 лет составил 10,5%, аналогичный показатель механообработки составляет 3%. Динамика продаж систем для лазерной микрообработки демонстрирует уверенный рост. Наибольший объем российского рынка обработки материалов в 2022 году заняли маркировка и гравировка – 47 млн долл. США [3].

Причина не только в стремлении соответствовать нормам документа Распоряжение Правительства РФ № 792 от 28 апреля 2018 года «Об утверждении перечня отдельных товаров, подлежащих обязательной маркировке средствами идентификации». Маркировка соответствует политике создания цифровых двойников, автоматизации процессов, промышленному курсу на учет и контроль продуктов и их комплектующих, цифровизацию технологий, интернет вещей. Там, где для решения многих задач необходимы скорость и точность, там применяются лазеры.

Фотоника в России – арена столкновений разнообразных идейных мнений и творческих концепций. Пока наука открывает новые физи-

ческие оптические волокна и импульсное электрическое накачивание лазера-диода. Впервые Ассоциация «Солитон» участвует в выставке с суперконтинуумными источниками, покрывающими диапазон длин волн от 350 до 2400 нм с выходной мощностью до 5 Вт.

Кроме того, российские дистрибуторы предлагают импортные лазеры перспективным потребителям. LLS поставляет лазерные диодные модули и суперконтинуумные лазеры. Специальные системы. Компания Photonics представляет одночастотные волоконно-оптические лазеры, наносекундные ND:YAG и ND:YLF лазеры, пикосекундные и фемтосекундные лазеры, а также настраиваемые суперконтинуумные источники. Несмотря на разнообразие технических особенностей, все производители стремятся разработать инструмент для будущей интеграции в лазерные системы для производства других высокотехнологичных изделий.

Есть много разных областей, поэтому, есть много разных лазерных систем. Конечно, глобальные тренды сосредоточены на обработке материалов: за последние 35 лет средняя скорость роста рынка лазерных систем для обработки материалов составляет 10,5%, для механической обработки – 3%. Динамика продаж систем для лазерной микрообработки демонстрирует устойчивый рост. Самый большой объем российского рынка обработки материалов в 2022 году заняли маркировка и гравировка – 47 миллионов долларов США [3].

Причина не только в стремлении соответствовать требованиям постановления Правительства РФ № 792 от 28 апреля 2018 года «Об утверждении перечня отдельных товаров, подлежащих обязательной маркировке средствами идентификации». Такая маркировка соответствует политике создания цифровых двойников, автоматизации процессов, промышленному курсу на учет и контроль продуктов и их комплектующих, цифровизацию технологий, интернет вещей. Там, где для решения многих задач необходимы скорость и точность, там применяются лазеры.





ческие явления, во взаимодействии с ней технологический бизнес растит свое производство. Основными бизнес-моделями, применяемыми в этой области компаниями, являются B2B (Бизнес для Бизнеса) и B2G (Бизнес для Государства). Такова политика компании «Лазерный Центр», занимающей прочные позиции на рынке станков для микрообработки. Ее лазерные решения, например «ТурбоМаркер», не просто могут выполнять функции маркировки и гравировки, но легко встраиваются в промышленные технологические цепочки, позволяя создавать уникальные идентификационные метки для контроля качества и защиты от подделки. ГК «Лазеры и аппаратура» закрепили свои позиции на рынке микрообработки в направлении лазерной резки, сверления, структурирования, сварки, чистки, маркировки для микроэлектроники. ЦНИИ ЛОТ, резидент фонда Сколково, создает систему «ПРО Лазер» для лазерной обработки драгоценных металлов для ювелирной отрасли и предприятий ГОЗНАКа.

Лазерные системы для задач в области сварки, резки, наплавки, термоупрочнения представили многие компании. Особенно многочисленные предложения касались лазерной резки металла. Оказалось, что из-за нужд здравоохранения в чистом кислороде в период пандемии появился дефицит кислорода, необходимого для промышленной кислородной резки металла. Поэтому возможности лазера резать металл в атмосфере воздуха оказались востребованными. Такие системы демонстрировал ЛАССАРД, использующий в своих портальных станках волоконные лазеры ИРЭ-Полус.

recording and control of products and their components, technology digitalization, Internet of things. The lasers are used in all situations where speed and precision are required to solve many problems.

Photonics in Russia is a field for collisions of various opinions and creative concepts. While science is discovering new physical phenomena, the tech business is increasing its production facilities in close cooperation with it. The main business models used by the companies in this area are B2B (Business to Business) and B2G (Business to Government). This is the policy of Laser Center that holds strong positions in the market of micromachining tools. Its laser solutions, such as TurboMarker, can not only perform the marking and engraving functions, but can be easily integrated into the industrial process chains, allowing to develop the unique identification marks for quality control and counterfeit protection. The Lasers and Equipment Group of Companies has consolidated its position in the micromachining market in the field of laser-beam cutting, drilling, structuring, welding, cleaning, marking for microelectronics. The Central Research Institute of Laser Equipment and Technology, being a resident of the Skolkovo Foundation, is developing the PRO Laser system for laser processing of precious metals for the jewelry industry and GOZNAK enterprises.

Many companies have presented the laser systems for tasks in the field of welding, cutting, surfacing, and thermal strengthening. Numerous proposals have been concentrated in the field of laser metal cutting. It has turned out that due to the healthcare needs for pure oxygen during the pandemic, there was a shortage of oxygen required for industrial oxygen cutting of metals. Therefore, the laser ability to cut metal in the air is in demand. Such systems are demonstrated





К удивлению, одинаковую продукцию: ручной аппарат для лазерной очистки металлических поверхностей представили сразу несколько компаний: «Лазерный Центр» (TurboClean), Pokkels (IPG LightCLEAN), ЛАССАРД (CLEANER CASE). Очевидно, маркетологи этих компаний уверены, что на их инструменты будет спрос.

В экспозиции были выставлены и уникальные лазерные системы, например установка лазерной обработки листового стекла FL-Cut-G-4716 от компании ИРЭ-Полус. Или роботизированный лазерный комплекс МЭЛ-3.0 компании «ТермоЛазер» для операций локальной закалки, наплавки и легирования изделий со сложной внутренней и внешней поверхностью, в том числе канальной. Компания «Латиком» представила лазерную систему термоупрочнения и сварки на основе твердотельных лазеров, многоосевая система позиционирования лазерного излучателя которой обеспечивает обработку сложных по конфигурации деталей. Это оборудование применимо при ремонте объемных пресс-форм, литейных форм, штампов и прочей оснастки из металла и сплавов. Лаконичное решение для стабилизации лазерного пучка с помощью управляемого зеркала на пьезоприводе продемонстрировала «Авеста».

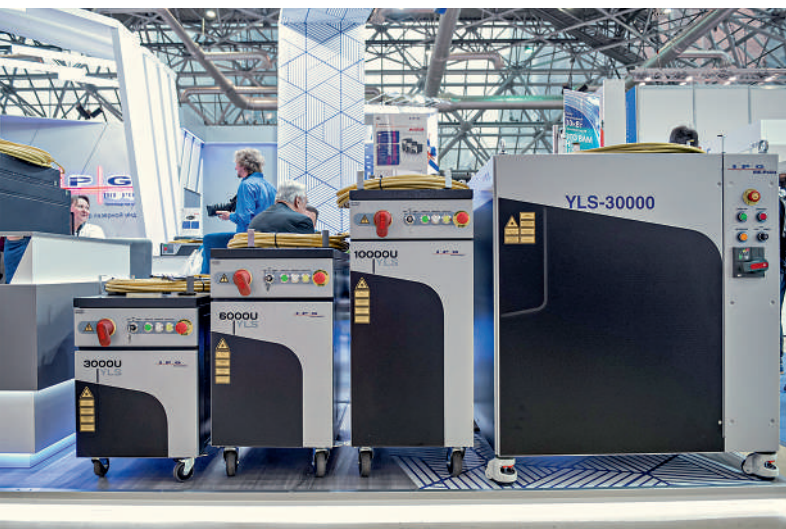
Другой особенностью выставки стало откровенное признание того факта, что фотонные технологии являются драйвером микроэлектроники, становясь в то же самое время продуктом микроэлектроники, как например квантово-каскадные лазеры. Эти две области техники тесно переплетены, и многие проблемы типичны и для микроэлектроники, и для фотоники: развитие материаловедческой базы, полу-



by LASSARD that applies the IRE-Polyus fiber-optics lasers in its portal-frame machines.

Surprisingly, the similar products, namely, the manual devices for laser cleaning of metal surfaces, are presented by several companies at once: Laser Center (TurboClean), Pokkels (IPG LightCLEAN), LASSARD (CLEANER CASE). Obviously, the marketing specialist of these companies are confident that there will be demand for their tools.

The exposition has also included the unique laser systems, for example, the FL-Cut-G-4716 glass plate





чение высокочистых веществ, высокий спрос на различные монокристаллические материалы (GaAs, GaN, InP, InSb, CdTe, ZnCdTe, ZnSe), сложность бездислокационного выращивания кристаллических слитков. Публикуемые в открытой печати результаты недавних исследований по выращиванию бездислокационных кристаллов Ge показали, что он является перспективным материалом для наноразмерных электронных устройств и интеграции оптических функций на логических схемах.

Поэтому уместно было представление крупными лазерными компаниями своего оборудования для скрайбирования, маркировки, микрообработки и пайки в процессах производства изделий микроэлектроники: «Лазерный Центр», ГК «Лазеры и аппаратура».

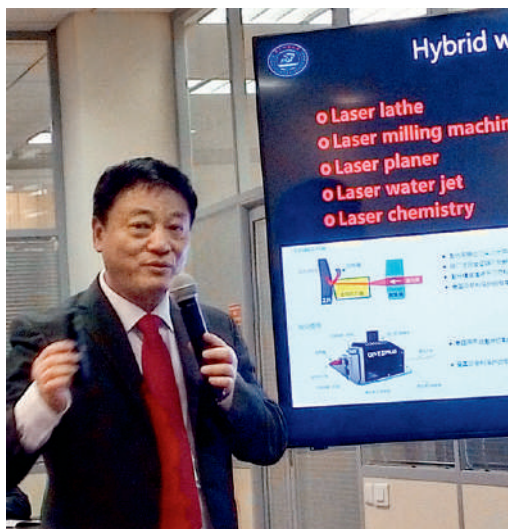
Российская компания GN tech (ООО «Джизэнттех») представила расширенную линейку установок плазменной обработки материалов в качестве подготовительной операции для очистки микроэлектронных, фотонных и оптических поверхностей от остаточных органических и неорганических загрязнений, улучшения адгезии тонкопленочных покрытий, качества пайки и разварки, модификации свойств поверхности.

Резидент фонда Сколково компания «Тинфотоника» разработала технологию изготовления оптических интегральных схем с размером чипа (QPICs) <math>< 1 \text{ см}^2</math> и представила образец. Оценка зрелости продукта (TRL -Technology readiness level) - 5, т.е. образец изготовлен в реальном масштабе по полупромышленной (осуществляемой в условиях производства, но не являющейся частью производственного процесса) технологии.

laser processing unit made by IRE-Polyus, or the MEL-3.0 robot-assisted laser station by Thermolaser for local hardening, surfacing and alloying of products with the comprehensive internal and external surfaces, including the channel ones. Laticom has provided a laser system for thermal strengthening and welding based on the solid-state lasers. Its multiaxial positioning system of the laser emitter ensures processing of the parts with complex configurations. This equipment is applicable for repair of the three-dimensional molds, casting molds, dies and other tools made of metal and alloys. A closed form solution for the laser beam stabilization using a controlled mirror with a piezoelectric drive is demonstrated by Avesta.

Another exhibition feature has been frank admission of the fact that the photonic technologies are the driver of microelectronics, while simultaneously becoming the results of microelectronics, such as the quantum cascade lasers. These two technological areas are closely intertwined, and many issues are typical for both microelectronics and photonics, such as development of the materials engineering basis, high demand for various monocrystal materials (GaAs, GaN, InP, InSb, CdTe, ZnCdTe, ZnSe), complexity of dislocation-free growth of crystalline ingots. The published results of recent studies devoted to the growth of dislocation-free Ge crystals have shown that it is a promising material for nanosized electronic devices and integration of optical functions in the logic circuits.

Therefore, it has been reasonable for the large laser companies to present their equipment for scribing, marking, micromachining and soldering during the production of microelectronics devices: Laser Center, Lasers and Equipment Group of Companies.





Среди экспонатов выставки были замечены компания Gpixel, мировой производитель КМОП-сенсоров для широкого спектра применений, и RMT, производитель миниатюрных термоэлектрических охладителей для телекоммуникаций, промышленности и других применений. В стандартном ассортименте продукции доступно более 2000 различных типов термоэлектрических охладителей.

Троицкая группа «ТехноСпарк», которая создает технологические стартапы, представила проекты своих молодых компаний. Проект компании «CVD-Спарк» связан с технологией синтеза изделий из поликристаллического алмаза методом химического осаждения из газовой фазы - CVD (chemical vapour deposition). Алмазы компании «CVD-Спарк» используются в качестве теплоотводов для силовой электроники и микроэлектроники. Компания «ОптиСпарк» обладает оборудованием и компетенциями прогрессивных методов расчета и нанесения сложных оптических покрытий. Порой время нанесения многослойных функциональных покрытий для создания оптических элементов с заданными свойствами для лазеров, объективов или сложных светофильтров достигает 11 часов.

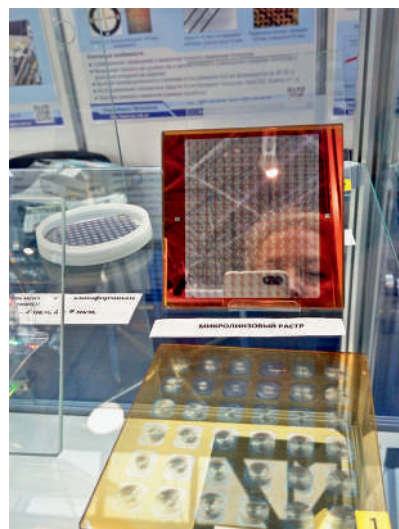
Помимо алмаза, химической инертностью, теплостойкостью и механической прочностью обладает сапфир. После обвала рынка производства сапфира многие компании потерпели крах. Но остались те компании, которые умели выращивать из сапфира сложные оригинальные детали. К таким компаниям, занимающимся выращиванием сложно профилированных изделий из сапфира, принадлежит российская компа-

GN Tech (GN Tech LLC), the Russian company, has demonstrated an expanded range of plasma processing units for materials as a preparatory process for cleaning the microelectronic, photonic and optical surfaces from residual organic and inorganic contaminants, improving the adhesion of thin-film coatings, soldering and unsoldering quality, and modifying the surface properties.

TIR PHOTONICS, a resident of the Skolkovo Foundation, has developed a production technology for the optical integrated circuits with a chip size (QPICs) of $<1 \text{ cm}^2$ and showed a prototype. The technology readiness level (TRL) of the product is equal to 5, i. e. the sample is made with the actual dimensions according to the semi-industrial (applied in the production conditions, but not being a part of the production process) technology.

Among the exhibitors were Gpixel, a global manufacturer of CMOS sensors for a wide range of applications, and RMT, a manufacturer of pocket-type thermoelectric cooling units for telecommunications, industry and other applications. The standard product range includes more than 2000 various types of thermoelectric coolers.

TechnoSpark, the Troitsk group that establishes the technological startups, has presented the projects of its budding companies. The CVD-Spark's project is related to the synthesis technology based on the polycrystalline diamond by the chemical vapor deposition (CVD) method. The diamonds made by CVD-Spark are used as the heat sinks for power electronics and microelectronics. OptiSpark has the equipment and competencies of advanced design and application methods for the comprehensive optical coatings. Sometimes the application time of multilayer functional coatings





ния ЗАО «Ростокс-Н». На ее стенде среди разных образцов были сапфировые подшипники и пары трения. Аналогичную продукцию, но гораздо меньших габаритных размеров, что подразумевает иные условия использования, привезла компания из Армении BCG Production. Ее изделия проходят полный цикл механических и оптических операций, включая процесс нанесения просветляющих и зеркальных покрытий.

Конечно же, были продемонстрированы и уникальные изделия, которым сложно противопоставить конкурентов. Например, компания «Тидекс», известная своими компонентами и приборами для широкого диапазона длин волн (от глубокого УФ - до терагерцового диапазона), представила ТГц-асферические f-theta линзы, проволочные поляризаторы микроволнового излучения, ТГц фильтры высоких частот, новую модель импульсного терагерцового спектрометра THz TDS-2.

Компания «Солитон» показала свои компетенции при создании внутриволоконных брэгговских решеток для применения в диапазоне длин волн 900–1650 нм. Компетенции нанесения оптических покрытий и создания оптических склеек на основе запатентованной технологии оптических клеев продемонстрировали белорусские компании.

Компания ООО «АО НайтН» представила разрабатываемые адаптивные оптические системы на основе деформируемых зеркал биморфного типа и зеркал на пьезотолкателях. Системы различаются временем коррекции поверхности зеркала и применяются для транспортировки излучения мощных лазеров или для более острой фокусировки лазерного пучка на поверхности мишени.

to develop the optical elements with the desired properties for lasers, lenses or sophisticated light filters reaches 11 hours.

In addition to the diamond, sapphire also has chemical stability, heat resistance and mechanical strength. After the sapphire production market meltdown, many companies have come cropper. However, there are still those companies that have been able to grow complex original parts on the basis of sapphire. Such companies engaged in the growth of non-uniform sapphire products include Rostox-N CJSC. Among various samples in its exhibit booth, there are sapphire bearings and friction pairs. Similar products, but with much smaller overall dimensions that implies other conditions of use, are brought by BCG Production from Armenia. Its products are subject to a full cycle of mechanical and optical operations, including application of the antireflection and mirror coatings.

Certainly, the unique products that can be uneasily opposed to the competitors have also been demonstrated. For example, Tydex being a company well-known for its components and devices for a wide range of wavelengths (from the deep UV to terahertz range), has shown its THz-aspherical f-theta lenses, microwave radiation wire polarizers, THz high-pass filters, and a new model of a pulsed terahertz spectrometer THz TDS-2.

Soliton has shown its competences in the development of intrafibrous Bragg gratings for application in the wavelength range of 900–1650 nm. The Belarusian companies have demonstrated their proficiency in application of the optical coatings and optical splicing based on the patent-protected technology of optical adhesives.





Для дистанционной идентификации объектов предназначены проекты компании «ОКБ Астрон»: беспилотный летательный аппарат с тепловизором БПЛА-400Т и гиростабилизированный комплекс «Астрон-1К120». Тепловизионная система БПЛА-400Т на основе болометрических матриц собственного производства позволяет идентифицировать объекты, имеющие разную тепловую сигнатуру. Комплекс «Астрон-1К120» дает возможность распознавать в условиях метеопомех малогабаритные объекты на расстояниях более 1000 метров. Комплекс предназначен для установки на легкие беспилотные летательные аппараты, малоразмерные катера и автомобили. Есть и другие системы технического зрения для аэронавигационных комплексов, построенные на иных принципах, например на выделении поляризованного излучения на фоне отраженного сигнала, как предлагает компания R-AERO.

Уникальные устройства для измерения метеорологических параметров атмосферы: облакомер SKYDEX 15 и непрерывный ветровой лидар WINDEX 300 – были представлены на стенде компании «Лазерные системы», которая выпускает их серийно. Тут же демонстрировались образцы деталей, выращенных из металлических порошков методом селективного лазерного сплавления на серийных 3D-принтерах производства «Лазерные системы» – M250 и M350 (саму установку компания демонстрировала на выставке «Металлообработка»).

Институт лазерных и сварочных технологий Санкт-Петербургского государственного морского технического университета доставил на выставку роботизированную установку прямого лазерного выращивания «ИЛИСТ-М», на которой в реальном режиме времени можно было по аддитивной технологии вырастить изделие. Установка промышленная, но может быть использована в качестве модуля для профессионального обучения.

Большой цикл проектов, среди которых акцент сделан на модульном профессиональном обучении кадров, представила пермская компания ПНППК. Компания является промышленным партнером Центра компетенций НТИ «Фотоника», созданного на базе Пермского государственного университета (ПГНИУ). На совместном стенде они продемонстрировали материалы, компоненты и системы для комплексной безопасности на основе волоконно-оптических технологий для промышленной и транспортной инфраструктуры.

ACTIVE OPTICES NightN LLC has presented the adaptive optical systems being developed on the basis of the bimorph rubber mirrors and mirrors based on the piezo pushers. The distinctions between the systems are made in the mirror surface correction time. They are used for moving the high-power laser radiation or for more precise focusing of the laser beam on the target surface.

The unmanned aerial vehicle with a thermal imaging camera UAV-400T and the Astron-1K120 gyro-stabilized complex made by Astron Experimental Design Bureau are designed for the remote object identification. A thermal imaging system based on the home-made bolometric matrices makes it possible to identify the objects with various thermal signatures. The Astron-1K120 unit provides an ability to identify the small-sized objects at the distances of more than 1000 meters in the conditions of meteorological disturbances. This unit is designed for installation on the light unmanned aerial vehicles, small-sized boats and vehicles. There are other artificial vision systems for the air navigation complexes based on other principles, for example, on the separation of polarized radiation against the background of reflected signal, as proposed by R-AERO.

The unique devices for measuring the meteorological atmospheric parameters, namely the SKYDEX 15 cloud-range indicator and the WINDEX 300 continuous wind lidar, are presented on the exhibition display of Laser Systems. This company provides series production of such devices. It has demonstrated the samples of parts produced from the metal powders by the selective laser melting using the serial 3D printers made by Laser Systems – M250 and M350 (the company showed this installation at the MetalWorking exhibition).

The Institute of Laser and Welding Technologies of the Saint-Petersburg State Marine Technical University has exhibited an ILIST-M robot-assisted unit for direct laser growing. It has become possible to grow an item in real time using an additive technology. This plant is industrial, but can be used as a module for professional training.

A large range of projects, the emphasis of which is on the modular vocational training, is presented by the Perm Research and Production Instrument Company. The company is an industrial partner of the Competence Center of the National Technological Initiative “Photonics” established under the auspices of the Perm State University (Perm State National Research University). At a joint booth, they have demonstrated various materials, components and systems for integrated security based on the

Самым ярким событием выставки стала научно-практическая конференция XI Конгресса Техплатформы «Фотоника», в рамках которой проходили сессии по ключевым направлениям отрасли фотоники. Встреча на локальной площадке профессионалов, создающих и потребляющих разнообразные продукты фотоники, имеет гораздо более высокий потенциал отдачи, чем встречи на узкоспециализированных выставках. Программа конгресса сформирована при поддержке Лазерной Ассоциации [4]. Но об этом мы продолжим разговор на страницах следующих номеров журнала.



Какие же выводы можно сделать из обзора выставки «Фотоника-2023»?

Лазеров стало больше. Но существование крупных лидеров не даст возможности малым компаниям развить свой бизнес без соединения лазера как продукта с конкретной технологией.

Мейнстрим лазерной техники – обработка материалов, где уверенно развиваются два направления: микрообработка и обработка крупногабаритных металлических изделий.

Самое востребованное направление в обработке металлов – это лазерная обработка не внешних, а внутренних поверхностей, их шлифовка, упрочнение и наплавка.

В микрообработке – маркировка и внедрение в производственные процессы микроэлектроники.

Факт, но фотонные технологии являются драйвером микроэлектроники, становясь одновременно повседневным продуктом микроэлектроники.

REFERENCES

1. Post-release of the exhibition "Photonics. The world of lasers and optics-2023". URL: <http://www.expoctr.ru>.
2. Manturov D. URL: https://minpromtorg.gov.ru/press-centre/news/interviu_denisa_manturova_agentstvua_novosti
3. Shmelev S. A. Equipment and technologies for laser processing NTO IRE-Polyus, materials of the scientific-practical conference "Laser micromachining, engraving and marking". URL: <https://newlaser.ru/about/2023/>.
Шмелев С. А. Оборудование и технологии лазерной обработки НТО ИРЭ-Полюс, материалы научно-практической конференции «Лазерная микрообработка, гравировка и маркировка». URL: <https://newlaser.ru/about/2023/>.
4. International Specialized Exhibition "Photonics. The world of lasers and optics – 2023. Laser-Inform N 8 (743), April 2023.
Международная специализированная выставка «Фотоника. Мир лазеров и оптики – 2023. Лазер-Информ N 8 (743), апрель 2023.

fiber-optics technologies for industrial and transport infrastructure.

The most striking event of the exhibition was the Scientific and Practice Conference of the XI Congress of the Photonics Technological Platform. A part of this conference was the sessions held in the key areas of photonics industry. One meeting at a local platform of specialists who are developing and consuming a variety of photonics products has a much higher potential efficiency than several meetings at the highly specialized exhibitions. However, we will go on talking about this aspect later.

What assumptions can be made based on the review of Photonics-2023?

There are more lasers. However, availability of large-scale leaders will not allow small-sized companies to develop their business without integration of the laser as a product with a specific technology.

The laser technology mainstream is the field of material processing, where two areas are steadily developing: micromachining and processing of large-sized metal products.

The most demanded field in metal processing is the laser processing not of external, but of internal surfaces, their grinding, hardening and build-up.

Micromachining is focused on marking and introduction of microelectronics into the production processes.

It is a fact, but the photonic technologies are a driver of microelectronics while simultaneously becoming the result of microelectronics.