



ЛАЗЕР ИНФОРМ

Информационный бюллетень
ЛАЗЕРНОЙ АССОЦИАЦИИ

ВЫПУСК № 23-24 (758-759), декабрь 2023



Развитие лазерных технологий в ИТПМ СО РАН

*В.М.Фомин, академик РАН, научный руководитель,
А.Г.Маликов, д.т.н., зав. лаб. лазерных технологий,*

Институт теоретической и прикладной механики им. С.А.Христиановича СО РАН, Новосибирск



Несмотря на непростое время в мире, лаборатория лазерных технологий ИТПМ СО РАН продолжает развиваться и проводить фундаментальные исследования в области взаимодействия мощного лазерного излучения с веществом. В рамках научного направления «лазерная микрометаллургия» проводятся широкие исследования с целью разработки методов получения заданного структурно-фазового состава и механических свойств материала после лазерного воздействия. ИТПМ остаётся и активным популяризатором науки (рис.1).

Лазерная микрометаллургия основана на комплексном подходе, который позволил сформировать общие физические закономерности, которые описывают конечные характеристики материала в зависимости от системы легирования и теплофизических свойств материала, режимов затвердевания и типа течения расплава, быстропротекающего локального неравновесного нагрева, плавления и последующей кристаллизации материала, скорости охлаждения, вида постобработки.

Фундаментальные и прикладные исследования проводятся с использованием уникальной экспериментальной базы лаборатории, включающей автоматизированные лазерные технологические комплексы на основе мощных СО₂-лазеров и волоконных иттербиевых лазеров, современных приборов исследования структурных и механических характеристик получаемых изделий. Лаборатория имеет доступ к установке класса «мегасайенс» в ЦКП Сибирского центра синхротронного излучения на базе ИЯФ СО РАН и использует возможности этого Центра для исследования фазового состава получаемых изделий.

На основе результатов фундаментальных исследований реализуются прикладные технологии: прямое лазерное выращивание металлокерамических покрытий на основе титановых, никелевых, алюминиевых сплавов, нержавеющей стали и керамик типа карбида бора, а также кремния и вольфрама; высокопрочная лазерная сварка однородных и разнородных алюминиевых, алюминивно-литиевых, титановых сплавов, сплавов на основе железа, технология восстановления пера лопатки в газотурбинном двигателе.

Применение комплексного подхода в техно-

логии лазерной сварки позволило впервые получить прочностные свойства неразъёмных однородных и разнородных лазерных сварных соединений на уровне прочности основного материала (рис.2). Это явилось принципиальным результатом, который позволил поставить в практическую плоскость вопрос внедрения технологии высокопрочной лазерной сварки металлических сплавов в авиастроение – с целью снижения веса конструкции и повышения производительности труда при создании современного летательного аппарата.

В настоящее время во всех отраслях промышленности растёт спрос на разработку новых передовых конструкционных материалов, которые способствуют снижению веса, повышению энергоэффективности, выдерживают высокие нагрузки и т.д. Такой материал должен обладать повышенными значениями удельной прочности, модуля упругости и целого ряда других функциональных характеристик. Традиционные металлы и сплавы не могут удовлетворить этим требованиям.

В последние годы в аддитивных технологиях большой интерес вызывают исследования по применению керамических частиц в качестве модифицирующих добавок с целью изменения структурно-фазового состояния и повышение механических свойств авиационных сплавов.



логии лазерной сварки позволило впервые получить прочностные свойства неразъёмных однородных и разнородных лазерных сварных соединений на уровне прочности основного материала (рис.2). Это явилось принципиальным результатом, который позволил поставить в практическую плоскость вопрос внедрения технологии высокопрочной лазерной

В номере:

- Развитие лазерных технологий в ИТПМ СО РАН *В.М.Фомин, А.Г.Маликов*
- Перспективы научно-технического сотрудничества в области лазерных технологий с Республикой Узбекистан *А.М.Чирков, А.И.Браславский*
- Деловая программа выставки «Фотоника-2024»
- Конференции, семинары, симпозиумы и выставки по фотонике в 2024г.
- ХРОНИКА.
 - ▶ XXIV международная конференция «Лазеры в науке и технике»
 - ▶ «КОИПСС-2023»
- ИНТЕРНЕТ. Объявления



Рис.1 Фотография экскурсии школьников по случаю дня науки в ИТПМ СО РАН.

Введение керамического порошка в расплав формирует функционально-градиентную структуру, в которой металлическая матрица является основой.

В связи с тем, что металломатричные композиты характеризуются более высокой удельной жесткостью и прочностью, отличной износостойкостью, более высокой усталостной прочностью и лучшей стабильностью при повышенных температурах, в настоящее время подобные композитные материалы быстро заменяют существующие металлы и их сплавы. Металломатричные композиты объединяют в себе свой-

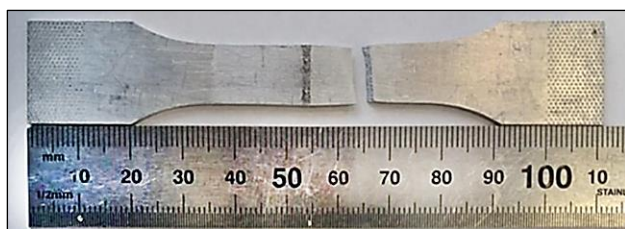


Рис.2 Образец со сварным соединением после мех. испытаний. Разрыв по основному материалу.

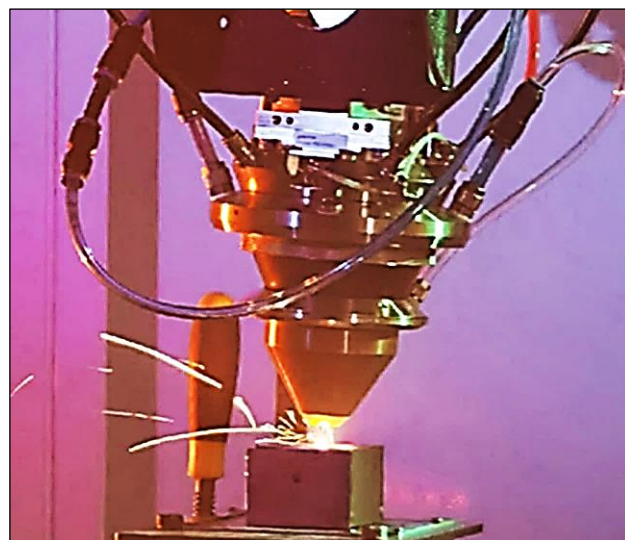


Рис.3 Фотография процесса лазерного выращивания металломатричного композита.

ства металлов, используемых в качестве матрицы (пластичность и ударная вязкость), и керамического армирования (высокий модуль и прочность), вводимого в форме непрерывных или прерывистых волокон, вискерсов или частиц.

В ИТПМ СО РАН уже не первый год разрабатываются композитные материалы с металлической матрицей. Подобные металломатричные композиты классифицируются в зависимости от характера формирования армирования в процессе их изготовления – *ex-situ* и *in-situ*. Разработаны принципиально новые металломатричные композиты, армированные *in-situ* методом, в котором армирующие частицы синтезируются в металлической матрице в результате химической реакции между элементами во время изготовления композита. Металломатричные композиты с *in-situ* армированием позволяют достигнуть лучших физических и механических свойств ввиду лучшего управления размерами и уровнем армирования, а также поверхностью раздела «матрица-армирование». Механические и физические свойства композитов с металлической матрицей в основном определяются свойствами матрицы, дисперсией армирования, межфазным сцеплением между матрицей и армированием и методом обработки. Использование лазерного излучения для формирования металломатричных композитов с *in-situ* армированием открывает новые горизонты для создания многофункциональных композитов с металлической матрицей, которые трудно получать с помощью традиционных производственных процессов (рис.3, 4).

В рамках проводимых исследований в ИТПМ СО РАН удалось реализовать технологию создания металлокерамических покрытий на основе титанового сплава ВТ-6 с концентрацией керамики до 50% по весу. Это позволило повысить механические свойства покрытий и изделий, в частности, увеличить износостойкость в 2-4 раза по сравнению с самим металлическим сплавом ВТ-6, повысить микротвердость и макротвердость изделий, увеличить стойкость к ударным нагрузкам при высоких скоростях нагружения.

Кроме этого, на сегодняшний день в России остро стоит вопрос о разработке технологии восстановления пера лопатки в газотурбинных двигателях (ГТД) воздушных судов иностранного производства. Зарубежные партнёры не предоставляют данную технологию. В ИТПМ СО РАН сейчас создаётся технология восстановления методом прямого лазерного выращивания из сплавов на основе никеля и титана. Есть успехи. Это нетривиальная задача, т.к. перо лопатки в ГТД, стоящей в горячем тракте, имеет сложную криволинейную конфигурацию и при этом толщина пера изменяется от 0,5 до

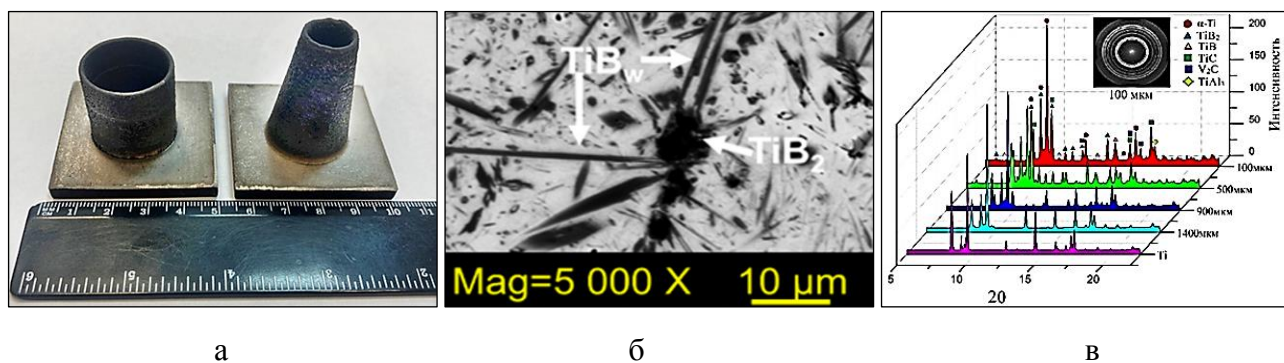


Рис.4 Фотография выращенного металлматричного композита (а), его микроструктура (б) и фазовый состав (в), полученные с помощью синхротронного излучения.



Рис.5 Восстановленный имитатор пера лопатки.

1 мм. При восстановлении необходимо не испортить аэродинамический профиль пера. Необходимо тщательно оптимизировать режимы выращивания и фундаментально понимать физику процесса взаимодействия лазерного излучения с веществом. При этом титановые и никелевые сплавы обладают разными теплофизическими свойствами, и режимы восстановления для этих сплавов различны. В ИТПМ СО РАН, опираясь на 30-летний опыт фундаментальных и прикладных исследований в области взаимодействия лазерного излучения с веществом, удалось разработать режимы наплавки и технологические приемы, позволяющие восстановить имитатор пера лопатки, обеспечив заданный структурно-фазовый состав, который непосредственно влияет на механические свойства изделия (рис.5).

Дальнейшие исследования связаны с применением разработанной технологии уже на «боевой» детали и сертификацией этой технологии в Росавиации. Это сложная задача, и необходим промышленный партнёр. В нашей лаборатории он есть, это авиакомпания S7.

Отдельно стоит упомянуть развитие CO₂-лазеров в ИТПМ СО РАН и взгляд на их дальнейшее применение. На сегодняшний день в России остро стоит вопрос, связанный с производством микроэлектроники. В частности, остро необходимо создание литографа для получения чипов нанометрового уровня. В нидерландской компании ASML для получения чипа в 13,7 нм методом литографии используется технология возбуждения олова с помощью лазерной плазмы, формируемой импульсно-периодическим CO₂-лазером (частота 50 кГц, мощность в импульсе 50 кВт) мирового лидера в лазеростроении компании Трумпф (Trumpf). Данный литограф не поставляется на Восток (Китай,

Россия). В ИТПМ СО РАН разработан импульсно-периодический CO₂-лазер с частотой следования импульсов до 200 кГц и мощности в импульсе до 100 кВт, что открывает перспективу применения его в отечественном литографе. Создание такого литографа критически важно и требует широкой кооперации РАН, университетов, высокотехнологических компаний.

В заключение отметим, что ИТПМ СО РАН в кооперации с Лазерной ассоциацией необходимо сейчас на общегосударственном и на региональном уровнях озвучивать возможности строящейся установки класса «мегасайенс» ЦКП «СКИФ» – источника синхротронного излучения поколения «4+», который строится в Новосибирске в рамках Федеральной научно-технической программы развития синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры на 2019-2027 годы согласно Указу Президента Российской Федерации от 25 июля 2019 г. № 356 «О мерах по развитию синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры в Российской Федерации».

На сегодняшний день решение новых фундаментальных задач в области взаимодействия лазерного излучения с веществом и создание новых технологий невозможно без использования таких установок. В России она есть и нужно ею пользоваться, это позволит вновь стать лидером в области лазерных технологий.

Многолетний опыт фундаментальных исследований в области лазерных технологий (резка, сварка, прямое лазерное выращивание, селективное лазерное сплавление) и умение получать высокие заданные свойства конечного изделия позволили лаборатории выполнить крупные прикладные задачи в авиационной, нефтегазовой, машиностроительной отраслях промышленности Российской Федерации. Будем и дальше развивать и фундаментальные, и прикладные работы.

Уважаемые коллеги! Поздравляем вас с наступающим Новым годом и желаем вам всего самого наилучшего – развития ваших идей и воплощения их в лазерных технологиях.

Перспективы научно-технического сотрудничества в области лазерных технологий с Республикой Узбекистан

*А.М.Чирков, к.т.н., директор ВМП «Лазерная техника технологии», г.Киров,
А.И.Браславский, зам. ген. директора «ИРС Лазер Технолоджи», г.Екатеринбург*

В Навоийском государственном горно-технологическом университете (г.Навои, Республика Узбекистан) 6 ноября 2023 года стартовала IV Международная конференция «Комплексное инновационное развитие Зарафшанского региона: достижения, проблемы и перспективы», посвящённая 65-летию Навоийского горно-металлургического комбината (НГМК). Одним из соорганизаторов данного масштабного мероприятия выступила Академия наук Республики Узбекистан. Навоийское отделение Академии наук Республики Узбекистан по инициативе Лазерной ассоциации пригласило директора ВМП «Лазерная техника и технологии» *А.М.Чиркова* и заместителя директора компании «IRS Laser Tech» *А.И.Браславского* для участия в работе этой конференции с предложением выступить с докладом о применении реновационной гибридной лазерной технологии наплавки для восстановления карьерной и горно-шахтной техники, а также оборудования теплоэнергетики. Этими компаниями накоплен большой практический опыт применения реновационных лазерных технологий для восстановления изношенных деталей машин и механизмов в различных отраслях промышленности.

С таким докладом на пленарном заседании Конференции выступил *А.М.Чирков*. Он рассказал об опыте внедрения лазерной наплавки на ряде предприятий России для восстановления энергетического оборудования, газотранспортных систем, горнодобывающей техники. В частности, гибридная технология лазерной наплавки применяется для восстановления карьерной, горно-шахтной техники: гидроцилиндров (шток, гильза), деталей бортового редуктора карьерного самосвала (мотор-колесо, коронная шестерня, шпиндель), штоков передней подвески самосвала, кулаков поворотных деталей ДВС (клапана, коленчатый вал, распредвал, корпусные детали) и ряда других деталей.

Проведенные натурные испытания деталей машин и механизмов, восстановленных с применением технологии гибридной лазерной наплавки, показали, что ресурс их работы и надёжность в эксплуатации соответствуют уровню новых деталей.

Доклад вызвал большой интерес слушателей, были заданы многочисленные вопросы. Руководство НГМК выразило желание изучить возможность внедрения лазерных технологий упрочнения на комбинате.

Сразу после пленарного заседания состоя-



*Слева направо: А.М.Мирзаев, А.М.Чирков,
А.И.Браславский, К.М.Нурбоев*

лись переговоры делегации с председателем Навоийского отделения Академии наук Республики Узбекистан, д.г-м.н., профессором *А.У.Мирзаевым* и его заместителем к.ф-м.н. *К.М.Нурбоевым*.

Стороны обсудили перспективы создания в городе Навои **Центральноазиатской лазерной технологической академии**. Предполагается, что Академия будет работать над расширением сфер применения лазерных технологий для нужд горно-металлургического производства, в частности, для упрочнения различных видов инструментов горной и шахтной техники, а также будет способствовать применению лазерных технологий в нефтегазодобывающей, химической промышленности и теплоэнергетике.

Кроме того, лазерные технологии могут быть применены для решения задач в медицинской и сельскохозяйственных сферах Республики Узбекистан – и это тоже должно найти своё место в деятельности предлагаемой Академии.

Немаловажной задачей академии станет подготовка высококвалифицированных специалистов в области лазерных технологий.

В завершение переговоров Навоийское отделение Академии наук подписало Меморандумы о научно-техническом сотрудничестве с Вятским машиностроительным предприятием «Лазерная техника и технологии» и компанией «IRS Laser Tech».

Необходимо отметить, что Республика Узбекистан – единственная из стран СНГ, где имеется НИИ «Ионно-плазменных и лазерных технологий», поэтому рассказывать об эффективности внедрения лазерных технологий в промышленность Республики Узбекистан особенно не пришлось. Тем более, что практически все участники переговоров прекрасно говорили на русском языке и оказали дружественный приём российской делегации

Деловая программа выставки «Фотоника – 2024»

	Зал «Южный»	Зал «Западный»	Зал «Фотон»	Зал «Мраморный»	
26.03	10.00	Совместное заседание Совета ЛАС, Исполкома и Секретариата ТП «Фотоника»		Открытое заседание НТС по биомедицинской фотонике при Совете ЛАС отг. – <i>А.В. Баранов</i>	
	11.00	Открытие расширенного Заседание ТК 296 Росстандарта отг. – <i>И.В. Хлопкина</i>			
	12.00				
	13.00				
	14.00	Официальное открытие выставки. Ознакомление гостей выставки с экспозицией			
	15.00	НПК РГ 6 «Лазерная макрообработка промышленных материалов» отг. – <i>Н.А. Степанкова</i>	НПК РГ 19 «Полупроводниковая фотоника и нанофотоника» отг. – <i>Г.С. Соколовский</i>	НПК РГ 8 «Контрольно-измерительные и диагностические технологии фотоники» отг. – <i>С.А. Бабин</i>	НПК РГ 1 «Оптические узлы и компоненты фотоники» отг. – <i>Л.Н. Архимова</i>
	16.00				
	17.00				
18.00					
27.03	10.00	Пленарное заседание Конгресса ТП «Фотоника»			
	11.00				
	12.00				
	13.00	НПК РГ 10 «Фотоника в сельском хозяйстве» отг. – <i>Е.П. Субботин</i>	НПК РГ 2 «Волоконные световоды и волоконно-оптические компоненты» отг. – <i>С.Л. Семенов</i>	НПК РГ 15 «Голографические технологии» отг. – <i>В.Ю. Бенедиктов</i>	
	14.00				
	15.00				
	16.00	НПК РГ 7 «Лазерная макрообработка в микроэлектронике, приборостроении, гравировке и маркировке» отг. – <i>С.Г. Горький</i>	НПК РГ 14 «Оптические сенсорика» отг. – <i>О.В. Бумос</i>	НПК РГ 3 «Фотонные интегральные схемы» отг. – <i>К.Э. Цевчи</i>	Круглый стол «Подготовка кадров для отрасли. Опыт студенческой секции СЗ РЦ ЛАС» отг. – <i>М.В. Хоромов</i>
	17.00				
18.00					

28.03	10.00	НПК РГ18 «Квантовые технологии» отв. – С.С.Стрелу	Расширенное заседание Совета по оптике и фотонике ОФН РАН отв. – А.В.Нарумов	НПК РГ11 «Лазерные информационные системы» отв. – А.А.Мармалюк	НПК РГ5 «Метрологическое обеспечение фотоники» отв. – А.К.Митюрёв
	11.00				
	12.00				
28.03	13.00	НПК РГ17 «Радиофотоника» отв. – М.А.Ладугин	НПК РГ16 «ВОЛС и их комплектующие» отв. – О.Е.Налий	НПК РГ12 «Опτικο-электронные системы и компоненты» отв. – В.Н.Павлов	НПК РГ4 «Узлы и устройства фотоники для научных исследований» отв. – В.Э.Пожар
	14.00				
	15.00				
29.03	16.00	НПК РГ9 «Фотоника в медицине и науках о жизни» отв. – А.В.Колмаков	НПК РГ13 «Фотоника в навигации, геодезии и открытых линейных связях» отв. – А.Л.Соколов	Круглый стол-презентация «Лазерные технологии для городского хозяйства» отв. – Г.Т.Михаельян	
	17.00				
	18.00				
29.03	10.00	Открытое заседание Совета главных технологов АО «Швабе»			
	11.00				
	12.00				
29.03	13.00				
	14.00				
	15.00				
29.03	15.00	Закрытие выставки			
	16.00				

В декабрьском выпуске «Лазер-Информа» мы традиционно приводим в качестве общей информации о мировой фотонике перечень зарубежных международных выставок и научных конференций лазерно-оптической и оптоэлектронной тематики, о проведении которых в будущем году уже известно. На этот раз мы добавили к этому перечню список известных ЛАС аналогичных отечественных мероприятий, которые должны состояться в 2024-м году. К сожалению, для многих из них точные сроки проведения ещё не опубликованы, но мы надеемся, что они появятся в ближайшее время.



Международные конференции, семинары, симпозиумы и выставки по фотонике в 2024г.*

January 2024

Jan.16

Optica Online Industry Meeting: Photonics-based Quantum Computing

Webinar

https://www.optica.org/events/webinar/2024/01_january/online_industry_meeting_quantum_computing/

Jan.27 – Feb.1

SPIE Photonics West

San Francisco, United States

► SPIE BiOS Exhibition

Jan. 27-28

► SPIE Photonics West Exhibition

Jan, 30 - Feb.1

► SPIE Quantum West Exhibition

Jan. 30-31

<https://spie.org/conferences-and-exhibitions/photonics-west>

Jan. 29

SPIE Global Business Forum 2024

Co-located with SPIE Photonics West

San Francisco, United States

<https://spie.org/conferences-and-exhibitions/global-business-forum?SSO=1>

Jan.29 - 31

SPIE AR | VR | MR - webinar

San Francisco, United States

SPIE AR | VR | MR Exhibition

Jan. 30-31

<https://spie.org/conferences-and-exhibitions/ar-vr-mr>

Jan. 31 – Feb. 2

Mems Sensing & Network System 2024

Tokyo, Japan

<https://worldexpo.pro/mems-sensing-network-system>

February 2024

Feb. 5 - 8

WOMBAT 2024 — WORKSHOP ON OPTOMECHANICS AND BRILLOUIN SCATTERING

Campinas, Brazil

<https://sites.google.com/unicamp.br/wombat2024>

Feb. 11 - 13

International Lidar Mapping Forum ILMF 2024

Denver, Colorado, United States

<https://www.clocate.com/international-lidar-mapping-forum-ilmf/22941/>

Feb. 18 – 22

SPIE Medical Imaging 2024

Town & Country Resort SAN DIEGO

https://www.photonics.com/Events/SPIE_Medical_Imaging_2024/p5/ie3471

Feb. 21 – 23

12th International Conference on Photonics, Optics and Laser Technology

Rome, Italy

<https://photonics.scitevents.org/>

Feb. 25 – 27

SPIE Advanced Lithography 2024 Conference & Exhibition

San Jose, California, United States

<https://www.clocate.com/spie-advanced-lithography-conference-and-exhibition/16101/>

Feb. 25 – 29

SPIE Advanced Lithography + Patterning

California, United States

<https://spie.org/conferences-and-exhibitions/advanced-lithography-and-patterning>

* Источниками информации служили сообщения, поступившие в ЛАС, и интернет-сайты основных организаторов подобных мероприятий.

Feb. 26 – Mar. 1**SPIE HIGH-POWER LASER ABLATION**

Santa Fe, NM, United States

<https://spie.org/conferences-and-exhibitions/high-power-laser-ablation>**March 2024**Mar. 4 - 5**17th International Conference on Optics, Photonics & Laser**

Rome, Italy

<https://optics.physicsmeeting.com/>Mar. 4 - 6**International Forum on Applied Science and Engineering - ASEFORUM 2024**

Florence, Italy

<https://www.clocate.com/international-forum-on-applied-science-and-engineering-aseforum/101375/>Mar. 6 - 8**Asia Photonics Expo (APE) 2024**Marina Bay Sands Expo and Convention Centre
SINGAPOREhttps://www.photonics.com/Events/Asia_Photonics_Expo_APE_2024/p5/ie3500Mar. 11 - 13**Shanghai International Optics Fair 2024**

Shanghai, China

<https://worldexpo.pro/shanghai-international-optics-fair>Mar. 10 - 15**Nonlinear Optics: Physics, Analysis and Numerics**

Oberwolfach, Germany

<https://www.mfo.de/www/schedule/2024/all>Mar. 12 - 14**7th International Conference on Machine Vision and Applications (ICMVA 2024)**

Singapore

<https://www.clocate.com/international-conference-on-machine-vision-and-applications-icmva/48740/>Mar. 12 - 14**Optica High-Brightness Sources and Light-Driven Interactions Congress**

Vienna, Austria

https://www.optica.org/events/congress/high-brightness_sources_and_light-driven_interacti/Mar. 13 - 14**W3 + Fair 2024(cross-industry platform for companies from optics, photonics, electronics, mechanics)**

Wetzlar, Germany

https://www.photonics.com/Events/W3_Fair_2024/p5/ie3482Mar. 19 - 22**Stom-Laser 2024**

Targi Kielce, Poland

<https://worldexpo.pro/stom-laser>Mar. 20 - 21**Image Sensors Europe 2024**

London, United Kingdom

https://www.photonics.com/Events/Image_Sensors_Europe_2024/p5/ie3496Mar. 20 - 22**LASER World of PHOTONICS China 2024**

Shanghai, China

https://www.photonics.com/Events/LASER_World_of_PHOTONICS_China_2024/p5/ie3492Mar. 21 - 22**5th European Congress on Laser, Optics and Photonics**

Paris, France

<https://laser-optics.conferenceseries.com/>Mar. 24 - 28**OFC 2024 - Optical Fiber Communication Conference and Exposition**

San Diego CA, United States

https://www.photonics.com/Events/OFC_2024/p5/ie3483Mar. 25 - 26**Scholars International Conference on Optics, Lasers and Photonics**

Barcelona, Spain

<https://www.clocate.com/scholars-international-conference-on-optics-lasers-and-photonics/94865/>Mar. 25**Optica Executive Forum at OFC 2024**

San Diego, USA

https://www.optica.org/events/industry_events/2024/optica_executive_forum_at_ofc_2024/Mar. 26 - 29**Photonics. World of Laser and Optics 18th International Specialized Exhibition****Moscow, Russia**<https://worldexpo.pro/photonics-expo>Mar. 28 - 30**International Conference on Lasers, Optics and Photonics**

Paris, France

<https://www.clocate.com/international-conference-on-lasers-optics-and-photonics/100200/>

Mar. 29 - 30

3rd International Conference on Photonics, Optics and Laser Technology

London, United Kingdom

<https://photonics.sciencezoplanet.com/>

April 2024

Apr. 2 - 3

Optica Freeform Optics Industry Summit at Optimax

Ontario, New York, USA

https://www.optica.org/events/industry_events/2024/optica_freeform_optics_industry_summit_at_optimax/

Apr. 6 - 10

Optical Coherence Tomography

Coronado, California, United States

https://www.optica.org/en-us/events/global_calendar/events/optical_coherence_tomography/

Apr. 7 - 11

SPIE Photonics Europe 2024

SPIE Photonics Europe Exhibition

9 - 10 April 2024

Strasbourg, France

https://www.photonics.com/Events/SPIE_Photonics_Europe_2024/p5/ie3467

Apr. 7 - 11

SPIE Optical Systems Design

SPIE Optical Systems Design Exhibition

9 - 10 April 2024

Strasbourg, France

<https://spie.org/conferences-and-exhibitions/optical-systems-design?SSO=1>

Apr. 11 - 14

ASLMS 2024

American Society for Laser Medicine and Surgery

Baltimore, USA

https://www.photonics.com/Events/ASLMS_2024/p5/ie3499

Apr. 12 - 13

ICOPAP 2024 - International Conference on Optoelectronics, Photonics and Applied Physics

Venice, Italy

<https://www.clocate.com/icopap-international-conference-on-optoelectronics-photonics-and-applied-physics/42413/>

Apr. 15 - 18

IEEE International Conference on Group V Photonics - GFP 2024

Urayasu, Japan

<https://www.clocate.com/ieee-international-conference-on-group-iv-photonics-gfp/15088/>

Apr. 15 - 18

Joint ICTP-IAEA Workshop on Advanced Technologies in Laser-Driven Radiation Sources and Their Applications

ICTP, Trieste, Italy

<https://indico.ictp.it/event/10468>

Apr. 16

OCLA Symposium on Optical Coatings for Laser Applications - OCLA 2024

Buchs SG Switzerland

<https://www.europeanoptics.org/events/other-events/ocla-2024.html>

Apr. 16 - 18

Photomask Japan 2024

Yokohama, Japan

<https://smartconf.jp/content/pmj/info>

Apr. 17 - 19

AKL 2024 - International Laser Technology Congress

Aachen, Germany

<https://www.clocate.com/akl-international-laser-technology-congress/101190/>

Apr. 19 - 21

International Symposium on Photochemistry ISP 2024

Xiamen, China

<https://www.clocate.com/international-symposium-on-photochemistry-isp/86515/>

Apr. 21 - 25

SPIE Defense + Commercial Sensing 2024

SPIE Defense + Commercial Sensing Exhibition

23 - 25 April 2024

Mariland, United States

https://www.photonics.com/Events/SPIE_Defense_Commercial_Sensing_2024/p5/ie3477

Apr. 22 - 24

2nd International Summit on Lasers, Optics & Photonics - ISLOP 2024

Munich, Germany

<https://www.clocate.com/international-summit-on-lasers-optics-and-photonics-islop/12382/>

Apr. 22 - 24

SPIE Future Sensing Technologies

Yokohama, Japan

<https://spie.org/conferences-and-exhibitions/future-sensing-technologies>

Apr. 22 - 26

OPIC2024 - The 13th Advanced Lasers and Photon Sources (ALPS 2024)

Yokohama, Japan

https://www.photonics.com/Events/OPIC_2024/p5/ie3502

Apr. 22 – 26**OPIC2024 — International Conference on High Energy Density Science 2024 (HEDS2024).**Yokohama, Japan
<https://opicon.jp/conferences/heds/>Apr. 22 – 26**OPIC2024 — Laser Display and Lighting Conference 2024 (LDC2024).**Yokohama, Japan
<https://opicon.jp/conferences/ldc/>Apr. 22 – 26**OPIC2024 — Conference on Laser and Synchrotron Radiation Combination Experiment 2024 (LSC2024).**Yokohama, Japan
<https://opicon.jp/conferences/lsc/>Apr. 22 – 26**OPIC2024 — Laser Solutions for Space and the Earth 2024 (LSSE2024)**Yokohama, Japan
<https://opicon.jp/conferences/lsse/>Apr. 22 – 26**OPIC2024 — 11th Optical Manipulation and Structured Materials Conference (OMC2024)**Yokohama, Japan
<https://opicon.jp/conferences/omc/>Apr. 22 – 26**OPIC2024 — 5th Smart Laser Processing Conference (SLPC2024)**Yokohama, Japan
<https://opicon.jp/conferences/slpc/>Apr. 22 – 26**OPIC2024 — Tiny Integrated Laser and Laser Ignition Conference 2024 (TILALIC2024)**Yokohama, Japan
<https://opicon.jp/conferences/tila-lic/>Apr. 24 – 25**2nd International Conference on Optics, Photonics, and Lasers**Kuala Lumpur, Malaysia
<https://www.clocate.com/international-conference-on-optics-photonics-and-lasers/100548/>Apr. 24 – 26**OPIE 2024 — Optics & Photonics International Exhibition**Yokohama, Japan
https://www.photonics.com/Events/OPIE_2024/p5/ie3501**May 2024**May 2**Workshop on Optomechanics and Brillouin Scattering: Fundamentals, Applications and Technology**Campinas, Brazil
https://www.optica.org/events/global_calendar/events/2024/workshop_on_optomechanics_and_brillouin_scattering_fundamentals_applications_and_technology/May 5 - 10**CLEO 2024 — Conference on Lasers & Electro-Optics**Charlotte, United States
<https://www.cleoconference.org/home/>May 6 - 17**East African Summer School on Optics and Lasers**Nairobi, Saint Kitts and Nevis
<https://indico.ictp.it/event/10472>May 8 - 10**International Laser & Photonics Expo (Photonix)**Osaka, Japan
<https://www.clocate.com/international-laser-and-photonics-expo-photonix/23842/>May 11 - 13**The 24th China (Guangzhou) International Laser Equipment and Sheet Metal Industry Exhibition**Guangzhou, China
<https://www.clocate.com/the-china-guangzhou-international-laser-equipment-and-sheet-metal-industry-exhibition/54718/>May 13 - 15**Global Meet on Semiconductors, Optoelectronics and Nanostructures GMSON 2024**Prague, Czech Republic
<https://www.clocate.com/global-meet-on-semiconductors-optoelectronics-and-nanostructures-gmson/100966/>May 14 - 16**Optatec 2024**Frankfurt, Germany
https://www.photonics.com/Events/Optatec_2024/p5/ie3486May 16 - 18**OVC EXPO – International Optoelectronic Exposition and Forum**Wuhan, China
<https://www.shows.bee.com>

May 24 - 26

16th International Conference on Digital Image Processing - ICDIP 2024

Haikou, China

<https://www.clocate.com/international-conference-on-digital-image-processing-icdip/23623/>

May 28 - 29

Opto-Tech 2024

Tel Aviv, Israel

<https://worldexpo.pro/opto-tech>

May 28 - 31

MORIS 2024 — 19th Magnetics and Optics Research International Symposium

York, United Kingdom

<http://moris2024.org/>

June 2024

Jun 3 - 7

DAMOP 2024 — 55th Annual Meeting of the APS Division of Atomic, Molecular and Optical Physics

Fort Worth, United States

<https://engage.aps.org/damop/meetings/annual>

Jun 4 - 6

Next Generation Optical Networking (NGON) & DCI World

Mandelieu-la-Napoule, France

<https://www.clocate.com/next-generation-optical-networking-ngon-and-dci-world/3514/>

Jun 7 - 10

4th Annual Conference and Expo on Lasers, Optics, Photonics, Sensors, Biophotonics, and Ultrafast Nonlinear Optics

LOPS 2024

Fort Lauderdale, FL, United States

https://www.photonics.com/Events/LOPS_2024/p5/ie3497

Jun 13 - 15

2nd International Congress and Expo on Optics, Photonics and Lasers

EUROPL 2024

Nice, France

<https://www.clocate.com/international-congress-and-expo-on-optics-photonics-and-lasers-europl2024/101065/>

Jun 17 - 20

Photonics for Quantum 2024

Waterloo, Ontario, Canada

<https://spie.org/conferences-and-exhibitions/photonics-for-quantum?SSO=1>

Jun 19 - 20

Optica Advanced Photonics Manufacturing Industry Summit at SUSS MicroOptics

Neuchâtel, Switzerland

https://www.optica.org/events/industry_events/2024/optica_advanced_photonics_manufacturing_industry_summit_at_suss_microoptics/

Jun 21 - 23

12th International Conference on Intelligent Computing and Wireless Optical Communications - ICWOC 2024

Chongqing, China

<https://www.clocate.com/international-conference-on-intelligent-computing-and-wireless-optical-communications-icwoc/13435/>

Jun 23 - 27

Optica Quantum 2.0 Conference and Exhibition

Rotterdam, Netherlands

https://www.optica.org/events/topical_meetings/quantum/

Jun 23 - 28

2024 Siegman International School on Lasers

Stanford, USA

https://www.optica.org/events/topical_meetings/siegman_international_school_on_lasers/

July 2024

Jul. 1 - 2

6th World Congress on Lasers, Optics and Photonics - WCLOP 2024

Kuala Lumpur, Malaysia

<https://spectusconferences.com/lasers-optics-photonics-conference/>

Jul. 1-5

21th International Conference «Laser Optics» (ICLO 2024)

St.Petersburg, Russia

<https://laseroptics.org>

Jul. 3 - 5

Laser Korea 2024

Seul, Korea

<https://worldexpo.pro/laser-korea>

Jul. 4 - 6

Optical Fiber Communication & ICT Show 2024

Manila, Philippines

<https://worldexpo.pro/optical-fiber-communication-ict-show>

Jul. 10 – 12**14th International Conference on Optics-
Photonics Design and Fabrication –
ODF'2024**

Tucson, USA

https://www.optica.org/events/global_calendar/events/2024/14th_international_conference_on_optics-photonics_design_and_fabrication/Jul. 14 – 19**International Conference on Ultrafast Phenomena**

Barcelona, Spain

https://www.optica.org/events/global_calendar/events/international_conference_on_ultrafast_phenomena/Jul. 15 – 17**9th International Conference on Image, Vision and Computing - ICIVC 2024**

Suzhou, China

<https://www.clocate.com/international-conference-on-image-vision-and-computing-icivc/43752/>Jul. 15 – 19**Optica Imaging Congress**

Toulouse, France

https://www.optica.org/events/congress/imaging_and_applied_optics_congress/Jul. 15 – 19**Optica Sensing Congress**

Toulouse, France

https://www.optica.org/events/congress/optical_sensors_and_sensing_congress/Jul. 16 – 19**The 6th International Conference on Application of Optics and Photonics
AOP 2024**

Aveiro Portugal

<https://www.europeanoptics.org/events/eos-co-sponsored/aop-2024.html>Jul. 28 – Aug. 1**Optica Advanced Photonics Congress —
Nonlinear Photonics (NP)**

Québec, Canada

https://www.optica.org/events/congress/advanced_photonics_congress/**August 2024**Aug. 18 - 22**SPIE Optics & Photonics 2024**

San Diego, USA

https://www.photonics.com/Events/SPIE_Optics_Photonics_2024/p5/ie3490Aug. 26 - 28**Global Research Conference on Laser, Optics and Photonics - EGRCLOP 2024**

Kuala Lumpur, Malaysia

<https://www.clocate.com/global-research-conference-on-laser-optics-and-photonics-egrclop/101235/>Aug. 30 - 31**ICOCS 2024 - International Conference on Optical Communication Systems**

Moscow, Russian Federation

<https://www.clocate.com/icocs-international-conference-on-optical-communication-systems/28670/>**September 2024**Sep. 3 – 6**Photon 2024**

Swansea, United Kingdom

<https://www.iop.org/physics-community/iop-conferences>Sep. 9 – 13**The 12th European Optical Society Annual Meeting - EOSAM**

Naples, Italy

<https://www.europeanoptics.org/events/eos/eosam2024.html>Sep. 10 – 13**9th Optoelectronics Global Conference
OGC 2024**

Shenzhen, China

<https://www.clocate.com/optoelectronics-global-conference-ogc/73741/>Sep. 11 – 13**The 25th China International Optoelectronic Exposition – CIOE 2024**

Shenzhen, China

https://www.photonics.com/Events/CIOE_2024/p5/ie3498Sep. 16 – 18**SPIE Translational Biophotonics + Additive Manufacturing for Photonics**

Houston, TX, United States

<https://spie.org/conferences-and-exhibitions/translational-biophotonics-and-additive-manufacturing-for-photonics>Sep. 16 – 19**SPIE Sensors + Imaging***SPIE Sensors + Imaging Exhibition**18 - 19 Sep.2024*

Edinburgh, Scotland, United Kingdom

<https://spie.org/conferences-and-exhibitions/sensors-and-imaging?SSO=1>Sep. 18 – 22**SPIE OPTICS + PHOTONICS 2024**

San Diego, California, United States

<https://spie.org/conferences-and-exhibitions/optics-and-photonics>

Sep. 20 – 21

ICAMOP 2024 - International Conference on Atomic, Molecular and Optical Physics

Paris, France

<https://www.clocate.com/international-conference-on-atomic-molecular-and-optical-physics/88369/>

Sep. 23 – 26

FiO/LS 2024: Frontiers in Optics + Laser Science

Denver, USA

<https://www.frontiersinoptics.com/home/>

Sep. 23 – 27

31st International Conference Advanced Laser Technologies (ALT 24)

Vladivostok, Russia

<http://www.altconference.org>

Sep. 26 – 28

2nd Edition European Summit on Laser Optics & Photonics Technology ELOPS 2024

La Defense, France

<https://www.clocate.com/european-summit-on-laser-optics-and-photonics-technology-elops/98648/>

Sep. 27 – 28

ICLO 2024 - International Conference on Laser and Optoelectronics

Istanbul, Turkey

<https://www.clocate.com/iclo-international-conference-on-laser-and-optoelectronics/46479/>

Sep. 29 – Oct. 3

SPIE Photomask Technology + EUV Lithography 2024

Monterey, California, United States

<https://spie.org/conferences-and-exhibitions/photomask-technology-and-extreme-ultraviolet-lithography>

Sep. 30 – Oct. 4

ICO-26 — 26th Congress of the International Commission for Optics

Dakar, Senegal

<https://www.ico26.org/>

Oct. 20 – 24

Optica Laser Congress and Exhibition

Osaka, Japan

https://www.optica.org/events/congress/laser_congress/

Oct. 20 – 24

Advanced Solid State Lasers Conference

Osaka, Japan

https://www.optica.org/events/global_calendar/events/2024/advanced_solid_state_lasers/

Oct. 20 – 24

Applications of Lasers for Sensing and Free Space Communications

Osaka, Japan

https://www.optica.org/events/global_calendar/events/2024/applications_of_lasers_for_sensing_and_free_space/

Oct. 20 – 24

Laser Applications Conference

Osaka, Japan

https://www.optica.org/events/global_calendar/events/2024/laser_applications_conference-c6c91479f205a5b4bd0897ddb42dee2f/

Oct. 23 – 25

OPTO Taiwan 2024

Taipei, Taiwan

<https://worldexpo.pro/opto-taiwan>

Oct. 24 – 25

International Conference on Optics and Laser Technology

Montreal, Canada

<https://www.clocate.com/international-conference-on-optics-and-laser-technology/101109/>

Oct. 29 – 31

InterOpto 2024

Tokyo, Japan

<https://worldexpo.pro/interopto>

Oct. 29 – 31

Photonix 2024

Tiba, Japan

<https://worldexpo.pro/photonix>

October 2024

Oct. 7 – 10

SPIE Laser Damage

San Ramon, California, United States

<https://spie.org/conferences-and-exhibitions/laser-damage>

November 2024

Nov. 7 - 9

Laser. World of Photonics India 2024

Mumbai, India

<https://worldexpo.pro/laser-world-of-photonics-india-expo>

Nov. 11 - 13

Global Summit on Semiconductors and Optoelectronic Networks - GSSON 2024

Dubai, United Arab Emirates

<https://www.clocate.com/global-summit-on-semiconductors-and-optoelectronic-networks-gsson/101684/>

Nov. 19 - 20

Optica 2024 Quantum Industry Summit - Third Edition

Bristol, United Kingdom

https://www.optica.org/events/industry_events/2024/optica_2024_quantum_industry_summit/**December 2024**

Dec. 2 – 4

World Summit and Expo on Sensors and Satellite Communications - WSESSC 2024

Prague, Czech Republic

<https://www.clocate.com/world-summit-and-expo-on-sensors-and-satellite-communications-wsessc/101674/>

* * *

**Конгрессно-выставочные мероприятия
отечественной фотоники, ожидающиеся в 2024г.¹**

18-я Международная выставка лазерной, оптической и оптоэлектронной техники «Фотоника. Мир лазеров и оптики»	Москва, Экспоцентр	26-29 марта 2024 г.,
21-я Международная конференция «Оптика лазеров» (ICLO 2024)	С. Петербург	1-5 июля 2024 г.,
Конференция («круглый стол») по лазерным технологиям обработки материалов на Форуме «Армия»	Кубинка, Моск. область	12-18 августа 2024г.
Ежегодный международный симпозиум по оптике и биофотонике «Saratov Fall Meeting»,	Саратов, СарГУ	23-27 сентября 2024г.
Научно-практическая конференция «Лазерная медицина в России»	Москва, РУДН	предыдущая – 6 июня 2023г.
Международный симпозиум «Основы лазерных микро-и нанотехнологий» (FLAMN)	С. Петербург, НИУ «ИТМО»	предыдущий – 27-31 июня 2022г.
Международный семинар по волоконным лазерам (проводится раз в 2 года)	Новосибирск, ИАиЭ СО РАН	предыдущий – 15-19 августа 2022г.
Ежегодная международная школа молодых учёных «Нелинейная фотоника»	Новосибирск, Академгородок, НГУ – ИАиЭ СО РАН	предыдущая – 22-25 августа 2022г.
Международная конференция HOLOEXPO	Сочи	предыдущая – 12-15 сентября 2023г.
Международная научно-техническая конференция «Опто-, микро- и СВЧ-электроника»	Минск	предыдущая – 21-23 сентября 2022г.
Международная научная конференция-школа «Материалы нано-, микро- и оптоэлектроники и волоконной оптики: физические свойства и применения»	Саранск, МГУ им. Н.П.Огарёва	предыдущая – 22-23 сентября 2023г.

¹ Список предварительный, точные даты проведения для многих ещё не определены. Первыми указаны те, даты и место проведения которых уже известны.

Научно-практическая конференция «Лазерные аддитивные и сварочные технологии в промышленности»	Екатеринбург	предыдущая – 24 октября 2023г.
Международная научная школа «Когерентная оптика и оптическая спектроскопия» (КООС)	Казань	предыдущая – 1-3 ноября 2023г.
32-я Международная конференция «Лазеры в науке, технике и медицине»	Москва, МИРЭА	предыдущая – 14-16 ноября 2023г.
Всероссийская научно-техническая конференция «Метрологическое обеспечение фотоники»	Москва, ВНИИОФИ	предыдущая – 15-16 ноября 2023г.
Всероссийский молодёжный Самарский конкурс-конференция научных работ по фотонике и лазерной физике	Самара, СФ ФИАН	предыдущая – 18-23 ноября 2023г.
Республиканская научно-практическая конференция «Проблемы и перспективы оптики и лазерной физики»	Ташкент, Институт наноплазменных и лазерных технологий им. У.А.Арифова АН РУ	предыдущая – 26-27 ноября 2023г.
Симпозиум «Полупроводниковые лазеры: физика и технологии»	С. Петербург, ФТИ РАН	предыдущий – 29 ноября-1 декабря 2023г.

ХРОНИКА

XXIV международная конференция «Лазеры в науке, технике, медицине»

В Москве в РТУ МИРЭА с 14 по 16 ноября 2023 года проходила XXIV международная конференция «Лазеры в науке, технике, медицине». Её основными организаторами выступили МГТУ им. Н.Э.Баумана, РТУ МИРЭА, МНТОРЭС им. А.С.Попова, Лазерная ассоциация, НИЯУ «МИФИ», НМИЦ онкологии им. Н.Н.Блохина. Информационный партнер – журнал «Фотоника».

Конференцию открыл председатель Программного комитета президент РТУ МИРЭА академик РАН А.С.Сигов. В своем выступлении он подчеркнул, что жизнеспособность конференции на протяжении многих лет определяется удачным подбором коллектива организаторов, сплавом вузовской науки (МГТУ им.Н.Э.Баумана, РТУ МИРЭА, НИЯУ «МИФИ»), национальных исследовательских центров (НМИЦ онкологии им. Н.Н.Блохина) и общественных организаций (МНТОРЭС им. А.С.Попова, Лазерная ассоциация). Далее докладчик остановился на новых программах подготовки специалистов по лазерным специализациям в РТУ МИРЭА.

Сопредседатель Оргкомитета конференции, директор Института радиоэлектроники и инфор-



К участникам конференции обращается А.Г.Васильев.

матики РТУ МИРЭА, председатель МНТОРЭС им. А.С.Попова, д.ф.-м.н. А.Г.Васильев в своем выступлении отметил основополагающую роль МНТОРЭС им. А.С.Попова в проведении ежегодных конференций «Лазеры в науке, технике, медицине», начиная с 1990 года, особо подчеркнув вклад в организацию конференций зам. председателя МНТОРЭС им. А.С.Попова Н.Н.Смольской.

Прозвучавший на пленарном заседании приглашенный доклад А.П.Кузнецова (НИЯУ МИФИ) «Лазеры мультикилоджоульного уровня энергии для проведения исследований экстре-



РТУ МИРЭА.

мальных состояний вещества» был посвящен перспективам развития многофункционального лазерного комплекса (МЛК) «ЭЛЬФ» («Экспериментальная Лазерно-Физическая установка»), предназначенного для отработки, тестирования и верификации экспериментальных методик программы исследования на мегаджоульной установке. Докладчик подчеркнул, что наличие такого комплекса позволяет интенсифицировать комплексные исследования в области физики высоких плотностей энергии, в частности, физики ударных волн рекордных параметров, свойств уравнения состояния вещества, неустойчивостей образующейся горячей плазмы, транспортных и радиационных характеристик вещества при интенсивном лазерном импульсном воздействии на вещество. Была приведена общая структурная схема МЛК «ЭЛЬФ». Предложенная усилительная схема позволяет более, чем на порядок – по сравнению с классической «последовательной» схемой – повысить яркость излучения; в 4 раза увеличить частоту проведения экспериментов; на 30% снизить стоимость всей установки; в 2 раза уменьшить расходы на обслуживание. Рассмотрены перспективы создания энергетического частотного лазера мультикилоджоульного уровня энергии с активной средой на основе Yb:YAG.



На пленарном заседании.

В приглашенном докладе В.Д.Глотова и др. (ЦНИИМаш) «Основные направления использования технологий спутниковой лазерной дальнометрии в системе ГЛОНАСС: опыт и перспективы» было показано, что высокая точность квантово-оптических измерений и отличие их по физической природе от радиоизмерений дает возможность использования спутниковой лазерной дальнометрии для повышения эффективности ГЛОНАСС. Высокая точность лазерных измерений достигается за счет уменьшения длительности импульса излучения (десятки пикосекунд), увеличения числа измерений в единицу времени (до 1000 и более измерений в секунду), минимизации «ошибки цели» (совершенствование ретрорефлекторов на космических аппаратах), постоянной калибровки дальномерного канала. Ошибки измерения дальности от станции до космического аппарата в настоящее время составляют примерно 1-3 мм.

Д.В.Мясников в приглашенном докладе (НТО «ИРЭ-Полюс») «Обзор последних достижений и новых продуктов НТО «ИРЭ-Полюс» для промышленных применений» отметил, что сегодня волоконный лазер является платформой для разработки источников излучения нового поколения и важным технологическим инструментом во многих отраслях промышленности. Появились мощные лазеры с изменяемой формой пятна для ускорения операций сварки металлов и улучшения качества сварных соединений. Новым применением компактных импульсных наносекундных лазеров является ручная система лазерной очистки, обеспечивающая стоимость операции в 3 раза ниже, чем при дробеструйной очистке. Более широкое использование гибридных волоконно-твердотельных схем лазеров позволяет достичь ранее недоступных для волоконной технологии параметров. Докладчик подчеркнул, что дальнейшее развитие возможно при использовании волоконных лазеров как компонентов более мощных источников излучения и комплексных систем.

В приглашенном докладе Д.А.Дворецкого (ООО «СФБ Лаб», МГТУ им.Н.Э.Баумана) «Обеспечение защиты квантовых коммуникаций от оптических атак» были рассмотрены актуальные вопросы оптических атак на квантовые криптографические системы выработки и распределения ключей. Показано, что в оценке защищенности от атаки Trojan-horse возможен спектральный анализ для пассивных оптических компонентов с чрезвычайно высокими значениями затухания, достигающими 100 дБ и более в диапазоне длин волн 1000-2000 нм. Экспериментально был исследован эффект ослепления ЛФД непрерывным и модулированным излучением с возможностью изменения длительности импульса в диапазоне 4-20 нс и с частотой следования от 1 до 10 МГц, а также с из-

менением формы импульса. Полученные данные позволяют оценить возможности традиционного метода защиты от эффекта ослепления, который основан на анализе тока смещения ЛФД. Проведено исследование зависимости коэффициента аттенюации от подаваемой непрерывной оптической мощности излучения до 5-5,5 Вт на длине волны 1561 нм для нескольких широкодоступных в телекоммуникациях аттенюаторов. Получен критерий оценки эффективности защиты с учетом атаки на когерентные квантовые состояния со светоделителем.

Приглашенный доклад *Ю.В.Плавского* с соавторами (Институт физики НАН Беларуси, Минск) «Эндогенные фотоакцепторы и фотохимические механизмы, определяющие биологическое действие лазерного излучения» был посвящен выяснению механизмов фотобиомодуляции и, в частности, выявлению молекул, способных при поглощении света воздействовать на метаболические процессы в клетке. Показано, что в основе регуляторного действия света лежит изменение окислительно-восстановительного статуса клеток, инициируемое образованием активных форм кислорода (АФК) в результате возбуждения эндогенных фотосенсибилизаторов. В зависимости от концентрации АФК воздействие света может приводить как к стимуляции клеточных процессов, так к их угнетению, и даже инициировать летальный исход. Концентрация эндогенных порфиринов в раковых клетках примерно в два с половиной раза выше, чем в нормальных нетрансформированных клетках. Это обстоятельство обуславливает повышенную чувствительность раковых клеток к действию света, спектр поглощения которого соответствует спектру поглощения порфирина. Впервые показано, что механизм фотоповреждения клеток зависит от времени, прошедшего после прекращения действия света.

В приглашенном докладе *А.В.Будаговского* с соавторами («Мичуринский ГАУ», «ФНЦ имени И.В.Мичурина», г.Мичуринск Тамбовской области; «ФИАН им.П.Н.Лебедева») «Фоторегуляторное действие когерентного света и его применение для управления функциональной активностью биологических организмов» было показано, что фотоиндуцированная реакция живых организмов (от бактерий до человека) зависит от статистической упорядоченности (когерентности) действующего излучения. В наибольшей степени стимулируются те клетки, размеры которых не превышают длины когерентности и радиуса корреляции действующего света, то есть помещаются в его объеме когерентности. Полученные результаты могут быть использованы для биологической защиты растений в целях селективного повышения функциональной активности бактерий – антагонистов патогенных грибов. До-



Вопросы докладчику.

кладчик отметил, что большой интерес представляет применение низкокогерентного света для подавления пролиферации злокачественных опухолей посредством избирательной стимуляции более мелких, по сравнению с раковыми, клеток Т-лимфоцитов.

Тематика, связанная с биофотоникой, была продолжена на заседании секции «Биомедицинские применения лазеров», где были рассмотрены вопросы использования в медицинской диагностике прямого и обратного преобразования фотоплетизмограммы в колебания температуры кожи (*А.А.Сагайдачный*, Саратовский ГУ имени Н.Г.Чернышевского); лазерного лечения варикозного расширения вен с применением медицинского световода новой конструкции (*Ю.А.Кочуков*, ИОФ им. А.М.Прохорова РАН); тераностики новообразований поверхностной локализации (*В.Д.Румянцева* и др., РТУ МИРЭ, ФИРЭ им. В.А.Котельникова РАН); туннелизации и перфорации кости лазерным излучением (*И.А.Абушкин*, ЦМЛТ, Челябинск); концепции и медико-технических требований к лазерному роботу (*Д.А.Рогаткин*, *А.В.Молочков*, МОНИКИ им. М.Ф.Владимирского); особенностей лазерной литоприсии при обработке фемтосекундным лазером (*В.М.Богомолов* и др., МГТУ им. Н.Э.Баумана, НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А.Лопаткина).

На заседании секции большой интерес вызвал доклад *А.П.Тарасова*, *М.Е.Штыфлюка* и *Д.А.Рогаткина* «Обоснование возможности проведения безопасной УФ спектроскопии кожи *in-vivo* при использовании волоконных средств доставки излучения», в котором были приведены результаты теоретического исследования границы применимости классического подхода к оценке дозы УФ излучения как энергетической экспозиции ($\text{Дж}/\text{м}^2$). Показано, что в случае небольших областей облучения на коже, в т.ч. при использовании волоконных средств доставки излучения, применение классического подхода к оценке поглощенной дозы приводит к существенной ее переоценке – это отражается в за-

нижении допустимой длительности диагностической процедуры. Реально процедура оптической УФ спектроскопии *in-vivo* при использовании волоконных средств доставки излучения оказывается безопасной в течение нескольких десятков секунд и даже минут. Новый предложенный подход позволяет это теоретически обосновать, а классический подход оценки дозы УФ излучения остается применим при площади пятна облучения не менее 1,5-3 мм² (диаметры 1,4-2 мм).

На заседании секции «Современные проблемы фотоники и лазерной техники» был представлен цикл докладов, подготовленных сотрудниками НОЦ «Фотоника и ИК-техника» МГТУ им. Н.Э.Баумана, посвященных разработке фемтосекундных волоконных лазеров с высокоплотными упорядоченными одностенными углеродными нанотрубками (У.С.Аверкиева и др.); тулиевых волоконных лазерных источников сверхкоротких импульсов для накачки халькогенидных световодов с целью создания сверхширокополосных лазерных источников излучения – генераторов суперконтинуума ИК-диапазона (Е.С.Ивашкина и др.); инфракрасных квантово-каскадных лазеров в диапазоне от 9,6 до 12,5 мкм (Д.Р.Анфимов и др.); системы термостабилизации лазерного диода на длине волны 976 нм (Р.Е.Зеленов и др.); волоконно-оптического датчика деформаций на слабо отражающих волоконных брегговских решетках (В.А.Сибирцев).

Большое внимание присутствующих вызвал доклад В.Е.Ореховой¹, К.А.Орехова¹, В.Э.Киселя² (¹ОАО «Пеленг»,²НИЦ оптических материалов и технологий БНТУ, Минск) «Импульсный Nd:YAG лазер для систем измерения дальности». Авторами был разработан прототип лазера с поперечной односторонней накачкой и термоэлектрической стабилизацией температуры источника накачки, способный функционировать в диапазоне частот следования лазерных импульсов 1-22 Гц в течение не менее двух минут в интервале температур окружающей среды от -40 до +60 градусов Цельсия. При этом энергия лазерных импульсов составляла не менее 80 мДж при энергии импульса накачки не более 0,51 Дж. Расходимость не превышала 1,9 мрад при расходимости с телескопом не более 0,3 мрад. В докладе показано, что конфигурация резонатора и конструкция квантрона позволяют реализовать компактный лазер с высоким оптическим КПД без применения дорогостоящих технологий для серийного производства. В дальнейшем габариты исследуемой системы могут быть уменьшены за счет сокращения длины резонатора, а также оптимизации конструкции.

На заседании секции «Лазерные технологии и диагностика сред» были представлены результаты исследований по следующим направ-

лениям: пикосекундной лазерной обработке графитовой суспензии в этаноле (К.Х.Ашиккалиева, ИОФ им. А.М.Прохорова РАН); прямой лазерной записи высокопроводящих микроконтактов на гибких подложках (Е.В.Ултургашева, МГТУ им. Н.Э.Баумана); измерениям трещиноватого слоя и частоты оптической поверхности на основе анализа и обработки спекл-модулированного рассеянного излучения (В.Е.Фролова, МГТУ им. Н.Э.Баумана); реализации волоконного имитатора акустических воздействий (Е.М.Рубцова, МГТУ им. Н.Э.Баумана); технологическим аспектам изготовления оптических волноводов для устройств дополненной реальности (О.Л.Афанасьева, А.Б.Соломашенко, МГТУ им. Н.Э.Баумана).

Интерес присутствующих вызвал доклад С.В.Киреева, З.С.Маркова, А.А.Кондрашова (НИЯУ МИФИ) «Цифровой двойник прототипа лазерного комплекса, предназначенного для онлайн-контроля H₂S в газовых средах». В настоящее время авторами доклада разрабатывается прототип такого лазерного комплекса, и в рамках разработки был создан цифровой двойник, выходные данные которого позволяют предварительно анализировать возможности метода перестраиваемой диодной лазерной спектроскопии поглощения (TDLAS) для решения задач детектирования H₂S и других газовых компонентов в составе сложных смесей, а также существенно уменьшить количество измерений при разработке комплекса. Разработанный цифровой двойник достаточно точно описывает экспериментальные результаты измерений концентрации сероводорода лазерным комплексом и может быть использован для анализа возможности определения концентраций различных газов методом перестраиваемой диодной лазерной спектроскопии поглощения.

Все представленные на пленарном и секционных заседаниях доклады вызвали большой интерес участников конференции. Отметим, что отличительной особенностью прошедшей конференции, по сравнению с предыдущими, является существенное увеличение количества аспирантов и студентов старших курсов технических университетов среди соавторов докладов, в том числе, непосредственных докладчиков. Особенно активно планомерная работа в этом направлении под девизом «Образование – через науку» проводится в НОЦ «Фотоника и ИК-техника» МГТУ им. Н.Э.Баумана под руководством д.т.н. профессора В.Е.Карасика.

Оргкомитет выражает благодарность руководству и сотрудникам РТУ МИРЭА за обеспечение комфортных условий проведения конференции.

*В.А.Петров, к.т.н., сопредседатель
Оргкомитета конференции*

IX Международный симпозиум по когерентному оптическому излучению полупроводниковых соединений и структур (КОИПСС-2023)

Международный симпозиум по когерентному оптическому излучению полупроводниковых соединений и структур (КОИПСС) проводится регулярно каждые два года и является научным форумом, в котором участвуют все ведущие отечественные научные учреждения, работающие по современным направлениям фундаментальных исследований в области полупроводниковых лазеров и лазерных технологий.

К рассматриваемым на Симпозиуме разделам относятся полупроводниковые лазеры на гетероструктурах, полупроводниковые лазеры с оптической и электронной накачкой, униполярные полупроводниковые лазеры, исследование мощного когерентного излучения инжекционных лазеров, перспективные направления создания оптических когерентных источников, технологии с использованием полупроводниковых лазеров, включая биомедицинские применения и др.

Организаторами Симпозиума традиционно выступают:

- Отделение физических наук РАН
- Физический институт имени П.Н.Лебедева РАН
- Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
- Журнал «Квантовая электроника»

С 29 ноября по 1 декабря 2023 года в Физическом институте им. П.Н.Лебедева РАН про-

шел 9-й Симпозиум, который был посвящен памяти выдающегося физика – организатора этого Симпозиума академика *Олега Николаевича Крохина*.

На Симпозиуме было представлено 6 пленарных, 10 приглашенных, 8 устных и 45 стендовых докладов, в том числе около двух десятков молодежных и студенческих научных работ. В мероприятии приняли участие 168 человек, был представлен широкий круг научных и производственных организаций как России, так и ближнего зарубежья: Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН, Институт общей физики им. А.М.Прохорова РАН, Институт физики микроструктур РАН, Институт прикладной физики им. А.В.Гапонова-Грехова РАН, Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе РАН, Институт органической химии имени Н.Д.Зелинского РАН, Институт проблем лазерных и информационных технологий РАН, ФИРЭ им. В.А.Котельникова РАН, ИЛФИ РФЯЦ ВНИИЭФ, РФЯЦ ВНИИТФ, АО «НИИ «Полус им. М.Ф.Степана», АО «Нолатех», ООО «ЛАССАРД», ООО НПП «Инжент», ООО «ОПТОН», Группа компаний «Т8», АО «Лазер Сервис», ФКП «ГЛП «Радуга», МГУ им. М.В.Ломоносова, НИЯУ МИФИ, МФТИ, Владимирский ГУ, Астраханский ГУ, Финансовый университет при Правительстве РФ, Саровский физико-технический институт (фи-



лиал НИЯУ МИФИ), Институт физики им. Б.И.Степанова НАН Беларуси, Ташкентский филиал НИЯУ МИФИ, Приднестровский государственный университет им. Т.Г.Шевченко, Республиканское научно-производственное унитарное предприятие «Центр светодиодных и оптоэлектронных технологий Национальной академии наук Беларуси».

На открытии выступили директор ФИАН, член-корреспондент РАН *Н.Н.Колачевский* и научный руководитель Института лазерной физики СО РАН, председатель Программного комитета академик *С.Н.Багаев*. В режиме онлайн участников КОИПСС-2023 поприветствовали вице-президент РАН, Председатель Дальневосточного отделения РАН академик *Ю.Н.Кульчин* и главный научный сотрудник Физико-технического института им. А.Ф.Иоффе РАН академик *Р.А.Сурис*.

В первый день Симпозиума прошел Круглый стол, посвященный развитию научных направлений, у истоков которых стоял академик *Олег Николаевич Крохин*. В рамках Круглого стола с докладами выступили *И.Г.Зубарев* (ФИАН, Москва) «О.Н.Крохин – выдающийся ученый и учитель», *Г.Т.Микаелян* (ООО «ЛАССАРД», Обнинск) «Мощные полупроводниковые лазеры и технологии их производства», *С.А.Бельков* (ИЛФИ РФЯЦ-ВНИИЭФ, Саров) «Лазерный термоядерный синтез», *Е.Р.Корешева* (ФИАН, Москва) «Памяти академиков Н.Г.Басова и О.Н.Крохина. Прорывы в исследованиях и разработках в области ИТС», *С.Ю.Гуськов* (ФИАН, Москва) «Современные достижения в лазерном термоядерном синтезе».

Для каждого участника Симпозиума представилась возможность прикоснуться к истории становления и развития полупроводниковой квантовой электроники, лазерного термоядерного синтеза и физики взаимодействия лазерного излучения с веществом.

В Круглом столе принял участие один из идеологов полупроводниковых лазеров *Юрий Михайлович Попов*. Совместно с *О.Н.Крохиным* и *Н.Г.Басовым* он стоял у истоков создания первого полупроводникового квантового генератора.

Доклады второго дня были посвящены основным направлениям развития полупроводниковых лазеров, нацеленным на улучшение выходных характеристик лазерного излучения, расширению покрываемого спектрального диапазона и конструктивной реализации для их практического применения. Второй день завершился стендовой секцией, которая прошла в очном и онлайн форматах. Программа третьего дня была дополнена докладами практического применения лазерного излучения.

В работе Симпозиума активное участие приняли ведущие научные, научно-производственные и производственные организации в области полупроводниковой квантовой электроники.

Физический институт имени П.Н.Лебедева РАН (Москва) был представлен докладами *В.И.Козловского* «Полупроводниковый дисковый лазер на основе гетероструктуры InGaP/AlGaInP с прямой накачкой квантовых ям, излучающий на длине волны 640 нм», *Е.А.Чешева* «Технология отечественной лазерной керамики и перспективы твердотельных лазеров на ее основе», *Х.Х.Кумыкова* «Анализ возможности применения многосердцевинного оптического волновода с коническим сужением сердцевин в качестве дифракционного оптического элемента».

Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе РАН (Санкт-Петербург) представил доклады *Н.А.Пихтина* «Лазерные диоды диапазона длин волн 900-2000 нм для различных применений», *С.О.Слипченко* «Импульсные полупроводниковые лазеры для дальномеров и ЛИДАРов времяпролетного типа», *З.Н.Сokolовой* «Режимы излучения в лазерах на квантовых ямах», *И.В.Орешко* «Исследования характеристик мод резонатора полупроводникового лазера на основе двумерного фотонного кристалла»

АО «НИИ «Полюс» им. М.Ф.Стельмаха (Москва) был представлен докладами *А.А.Мармалюка* «Полупроводниковые лазеры на основе гетероструктур AlGaInAs/InP», *М.А.Ладугина* «Мощные лазеры ближнего ИК диапазона: система материалов, конструкция и технология гетероструктур», *Н.В.Гультикова* «Внутренний квантовый выход люминесценции Al-содержащих и Al-free гетероструктур», *К.А.Подгаецкого* «Квантовые каскадные лазеры с высокоотражающими и просветляющими диэлектрическими покрытиями».

Институт физики микроструктур РАН (Нижний Новгород) представил доклад *В.Н.Шастина* «Активные среды ТГц диапазона в объемных полупроводниках»

Институт прикладной физики РАН (Нижний Новгород) был представлен докладом *Вл.В. Кочаровского* «Analytic nonlinear theory of the single-mode lasing with due account for a self-consistent grating of the population inversion»

АО «Нолатех» (Москва) представило доклад *В.П.Дураева* «Одночастотные перестраиваемые полупроводниковые лазеры с внешним резонатором на длину волны 1550 нм».

По результатам проведения Симпозиума принято решение о необходимости продолжения его регулярного проведения, усилении работы по развитию научных школ и производственных мощностей в России по полупроводниковой квантовой электронике, о публикации отдельных работ в виде научных статей в журнале «Квантовая электроника».

И.Н.Завестовская, д.ф.-м.н., зав. лаб. ФИАН
А.А.Фроня, к.ф.-м.н., НИЯУ МИФИ

Вниманию отечественных пользователей ЛТУ!

Многие отечественные пользователи технологических лазеров, включая лазерные мастерские («job-shops»), испытывают сегодня большие трудности с получением запасных частей и сменных компонентов для своих «не новых» технологических установок, т.к. некоторые отечественные уже давно не выпускаются, а с производителями западной техники стало трудно контактировать. В то же время в ряде наших лазерных компаний имеются неликвиды такого оборудования в виде неработающих ЛТУ или вполне пригодных к употреблению отдельных частей ЛТУ. Публикуем перечень оптических элементов для технологических лазеров, которые можно приобрести, обратившись по e-mail <gouravel@yandex.ru> или тел. (903) 732-10-72

Оптика и приборы для технологических лазеров

№	Наименование, характеристики	Материал	Размеры, мм	Кол-во	Примечание
1	Линза, диаметр-1.1", F-10,0", в оправе	ZnSe (11-V1)?	д28, толщ. 3	2	Производ. США, AR покрытие
2	Выходное окно в оправе, Д 85мм	ZnSe (11-V1)	д 30, толщ. 4-5	2	Произв. США
3	Зеркало R99,7, покр. – Au	Si	121,4x74,3, толщ. 13,4	2	Произв. США
4	Поляризатор	Si	д 51, толщ. 10	1	Произв. США
5	Зеркало R99,7 покр. – Au	Si	д 96, толщ. 12	1	Произв. США
6	Зеркало R99,7 покр. – Au	Mo	д 51, толщ. 10	1	Произв. США
7	Зеркальный асферический резонатор F-200мм	Mo	Д100-110мм	1	Произв. ФРГ
8	Выходное зеркало в оправе с переменным Ротр. для равномерного распределения интенсивности излучения	ZnSe (11-V1)	Д 28, толщ. 4-5	1	Произв. США, для ТО с пятном д 5мм
9	Зеркало R99,7 покр. – Au в сборе	Mo	Д51, толщ. 10	2	Произв. США
10	Выходное зеркало в сборе	ZnSe (11-V1)	Д42-44 толщ. 5-6	1	Произв. США
11	Проволока для герметизации оптики	In	Д 1мм		Произв. США
12	Зеркало	MoB	Д 44x10	1	покр. Au
13	Зеркало сфер.	MoB	Д 70x15	1	покр. Au
14	Зеркало	MoB	Д70x15	1	покр. Au*
15	Зеркало сфер. R11745	MoB	Д64x10 с отв. д.3	1	покр. Au*
16	Зеркало	MoB	Д68x10 с отв. Д.25	1	покр. Au
17	Зеркало	MoB	д150x20	1	покр. Au*
18	Зеркало	MoB	Д200x40	1	покр. Au
19	Зеркало	MoB	150x110x19		покр. Au, охлаждаемое
20	Зеркало сфера R1500	MoB	130x110x15	1	покр. Au
21	Зеркало сфера R1500	MoB	120x120x20	1	покр. Au
22	Зеркало	MoB	100x40x10	4	покр. Au
23	Зеркало	MoB	50x40x10	3	покр. Au
24	Зеркало	MoB	Д30x10	2	покр. Au
25	Зеркало	MoB	Д66x8	1	покр. Au
26	Зеркало	ZnSe	Д120x10	1	N 3, N 0,3 R _a 0,3% R _b 45%
27	Пластина п/п	ZnSe	Д120x10	1	N 3, N 0,3
28	Пластина п/п	ZnSe	Д120x10	3	N 5, N 0,5
29	Пластина п/п	ZnSe	Д150x15	1	N 5, N 0,5
30	Пластина п/п	ZnSe	Д120x10	16	N 5, N 0,5
31	Заготовка	Si	Д100x12	1	
32	Заготовка	Si	Д108x19	1	
33	Заготовка	Si	28x15	1	
34	Зеркало	Si	Д100x10,5	1	
35	Пластинки п/п шлифов., уд. сопротивление не менее $1 \cdot 10^7$ ом см, ориентация [100]	Ga As	Д15x4,5	114	
36	Пластина п/п – окно (зеркало)	Ga As	Д32x3	1	
37	Пластинки п/п – окна (зеркала)	Ga As	Д12,5x3	40	N 1, N 02
38	Зеркало	Ga As	Д28x3,5	2	
Приборы					
1.	Измеритель мощности мод. 491 до 3 кВт в непрерывном режиме	Диапазоны измерения: 0-100 Вт 0-300 Вт 0-1000 Вт 0-3000 Вт	Проверен ВНИИОФИ в 2023г.		Произв. США.
2.	He-Ne лазер			2	г.Фрязино МО НПО «Исток»

ИНТЕРНЕТ-НОВОСТИ**Зрение бабочек помогло «увидеть» раковые клетки**

Природа часто вдохновляет ученых на изобретения. Очередной пример тому — новый датчик изображения, позволяющий «видеть» в ультрафиолетовом диапазоне, недоступном для человеческого глаза. Сенсор, чей принцип работы биоинженеры «подсмотрели» у бабочек, дал возможность различать здоровые и пораженные раком клетки почти с 100-процентной точностью.

Большинство людей обладают трихроматическим зрением, при котором все различаемые глазом оттенки формируются из комбинаций трех базовых цветов: красного, зеленого и синего. Общий предок всех позвоночных имел тетрахроматическое зрение и различал больше цветов (а также, вероятно, видел в более широкой части спектра), однако конкретно млекопитающие, в связи с ночным образом жизни во времена динозавров, стали дихроматическими и лишь у приматов смогли частично восстановить потерянное (наше зрение трихроматично). У бабочек же глаза вовсе фасеточные, с шестью или более классами фоторецепторов с разной спектральной чувствительностью.

К примеру, бабочки вида Парусник ксут (*Papilio xuthus*) воспринимают не только синий, зеленый и красный, но еще фиолетовый, ультрафиолетовый и широкополосный свет. Кроме того, у них есть флуоресцентные пигменты, способные преобразовывать ультрафиолетовый свет в видимый, что позволяет бабочкам воспринимать его фоторецепторами. Благодаря перечисленным механизмам *Papilio xuthus* видят окружающий мир в широком спектре цветов и деталей. Подобно тому, как люди распознают оттенки синего и зеленого, эти бабочки могут различать УФ-излучение разного диапазона.

Находясь под впечатлением от особенностей



зрительного аппарата *Papilio xuthus*, команда биоинженеров из США и Китая создала датчик изображения, имеющий сходные с ними возможности. В своей разработке, исследование о которой опубликовал журнал *Science Advances*, ученые использовали сочетание тонкого слоя металлгалогенных нанокристаллов перовскита и трех расположенных друг над другом кремниевых фотодиодов.

<https://www.nanonewsnet.ru/news/2023/zrenie-babochek-pomoglo-uvidet-rakovye-kletki>

* * *

Ученые разработали метод диагностики черепно-мозговых травм лазером через глаз

Исследователи из Бирмингемского университета разработали новое диагностическое устройство для выявления черепно-мозговой травмы (ЧМТ) путем направления безопасного лазера в глаз. Это быстрый, точный и неинвазивный прибор, который не причиняет пациенту дополнительного дискомфорта и способен определить тяжесть травмы на месте ее получения.

Устройство включает в себя безопасный для глаз лазер класса 1 с маркировкой CE и уникальную систему рамановской спектроскопии. Последняя использует с целью определения присутствия и уровней известных биомаркеров ЧМТ травмы свет для выявления биохимических и структурных свойств молекул.

Устройство работает путем сканирования задней части глаза, где находится зрительный нерв, который тесно связан с мозгом и несет ту же биологическую информацию в виде белковых и липид-

ных биомаркеров. ЧМТ вызывает изменение этих биомаркеров, указывая на то, что что-то не так.

Исследования показали, что технология может точно определять изменения в мозге и тканях глаза животных с различными уровнями ЧМТ, улавливая малейшие изменения, сообщает *Medical Xpress*.

Результаты исследования опубликованы в журнале *Science Advances*.

<https://involta.media/post/uchenye-razrabotali-metod-diagnostiki-cherepno-mozgovyh-travm-lazerom-cherez-glaz>

ФОТОНИКА

МИР ЛАЗЕРОВ И ОПТИКИ

18-я международная специализированная выставка лазерной, оптической и оптоэлектронной техники

26–29 марта 2024

В марте будущего года Лазерная ассоциация и АО «Экспоцентр» проводят в Москве очередной Форум фотоники. Он объединит 18-ю выставку лазерной, оптической и оптоэлектронной техники и XII Конгресс российской технологической платформы «Фотоника», в рамках которого состоятся 19 научно-практических конференций по всем направлениям развития и применения этой техники.

Московский Форум давно стал крупнейшим выставочно-конгрессным мероприятием в области фотоники в России, СНГ и Восточной Европе, главной рабочей площадкой отечественного рынка фотоники.

Итоги «Фотоники-2023»

- ▶ 164 участника выставки ▶ экспозиция увеличилась на 15% и превысила 3000 кв.м.
 - ▶ 8150 посетителей (+37% к прошлому году)
 - ▶ более 20 компаний впервые приняли участие,
- ▶ состоялось 31 мероприятие деловой программы, где были озвучены 218 докладов.

Форум собрал в высшей степени целевую и заинтересованную аудиторию:

- 85% посетителей нашли здесь интересующую их продукцию или технические решения,
- 47% осуществляют закупки по результатам посещения выставки,
- 74% посетителей принимают участие в принятии решений о закупках;
- 90% рекомендуют посещение Форума своим коллегам и партнёрам

«Фотоника. Мир лазеров и оптики – 2024» продолжит и приумножит традиции.

Участников и посетителей ждёт обширная экспозиция
и насыщенная деловая программа.

26–29 марта 2024г. должны быть отмечены особо в вашем рабочем календаре, коллеги! Это дни нашей общей встречи в Москве, в павильоне «Форум» Экспоцентра на Красной Пресне! Ждём Вас!

Секретариат ЛАС

Дирекция выставки «Фотоника. Мир лазеров и оптики»

«Лазер-Информ»

Издание зарегистрировано в
межведомственной комиссии
МГСНД 26.12.91. Рег. № 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, ЛАС
Тел: (495)333-0022 Факс: (495)334-4780
E-mail: info@cislaser.com
http://www.cislaser.com

Банковские реквизиты ЛАС:
р/с 40703810538000006886
В ПАО «Сбербанк» г.Москва
к/с 30101810400000000225
БИК 044525225