

## Подготовка специалистов по фотонике в Национальном исследовательском Мордовском государственном университете им. Н.П.Огарева

*П.А.Рябочкина, д.ф.-м.н, проф., зав. кафедрой фотоники МГУ им. Н.П.Огарева, Саранск*



Активно развивающаяся в настоящее время фотоника включает обширную область наук и технологий. К ним относятся лазерная физика и техника, оптоволоконные технологии, технологии квантовых коммуникаций, медицинская фотоника, агробioфотоника и многое другое. Развитие высокотехнологических производств по созданию элементов и устройств фотоники, использование технологий фотоники в производстве различных изделий, а также проведение передовых исследований в этой области предполагают подготовку компетентных специалистов в области фотоники.

В 2022г. в Национальном исследовательском Мордовском государственном университете им. Н.П.Огарева был осуществлен первый набор студентов по направлению подготовки бакалавров 12.03.03 «Фотоника и оптоинформатика». Основанием для подготовки специалистов по данному направлению в нашем университете являлось:

1) Необходимость подготовки специалистов для АО «Оптиковолокonné системы». АО «Оптиковолокonné системы» – это первый российский завод по производству оптического волокна, действующий в Саранске с 2016 года. Ему необходимы высококвалифицированные инженеры и технологи для разработки и производства телекоммуникационного оптического волокна. Особенно актуальным это становится с учетом поставленной Президентом РФ задачи по созданию отечественного промышленного производства оптических волокон полного

цикла и строительству второй очереди завода для выпуска собственных заготовок.

2) Сам МГУ им. Н.П.Огарева в настоящее время стал многопрофильным научно-инженерным центром фотоники. Здесь созданы научные лаборатории, в которых проводятся исследования в области лазерной физики и техники при сотрудничестве с ведущими научными центрами, университетами и предприятиями (ИОФ РАН, Казанский (Приволжский) университет, АО «ПО УОМЗ» и др.). Для дальнейшего развития данного направления, в том числе для проведения работ по созданию твердотельных лазеров на лазерной керамике, полученной по отечественной технологии, также требуются высококвалифицированные специалисты.

3) Требуются специалисты для проведения

### *В номере:*

- **Подготовка специалистов по фотонике в Национальном исследовательском Мордовском госуниверситете им. Н.П.Огарева** *П.Н.Рябочкина*
- **КАК ЭТО БЫЛО...К 100-летию со дня рождения Н.А.Борисевича**
- **ХРОНИКА**
  - ▶ Курсы лазерных технологий в Обнинске
  - ▶ IX Всероссийская Диановская конференция по волоконной оптике (ВКВО-2023)
  - ▶ НПК «Лазерные и аддитивные технологии в промышленности»
- **ИНТЕРНЕТ-НОВОСТИ. Объявление**



*Кафедра фотоники – базовая кафедра для АО «Оптиковолоконные системы» и выпускающая кафедра для направления подготовки 12.03.03 «Фотоника и оптоинформатика»*

прикладных НИР и НИОКР в области фотоники на других профильных предприятиях Республики Мордовия – «Группа компаний «Оптикэнерго», АУ «Технопарк Мордовия», АО «Инжиниринговый центр волоконной оптики» и др.

Блок специальных дисциплин в учебном плане направления подготовки «Фотоника и оптоинформатика», реализуемого в МГУ им. Н.П.Огарева, включает дисциплины по лазерной физике, лазерной технике и технологиям, волоконной оптике, оптоволоконным системам, технологиям производства оптического волокна, измерению параметров оптического волокна, по медицинской фотонике. Значительное место уделено дисциплинам по программированию, IT-технологиям и искусственному интеллекту.

Дисциплины по технологиям производства оптического волокна и измерению параметров оптического волокна преподают представители АО «Оптиковолоконные системы». Это АО является и одной из основных баз для прохождения практик студентами направления подготовки 12.03.03 «Фотоника и оптоинформатика».

В настоящее время в МГУ им. Н.П.Огарева действуют и создаются учебно-научные лаборатории для реализации учебного плана подготовки бакалавров 12.03.03 «Фотоника и оптоинформатика» и проведения научных исследова-

ний в области фотоники (как фундаментальных, так и прикладных – для нужд профильных предприятий Республики Мордовия и РФ).

Так, в 2022 году в Университете в рамках Программы социально-экономического развития Республики Мордовия создана комплексная учебно-научная лаборатория: «Фотоника: материалы, устройства, технологии», включающая в себя ряд профильных учебных и научных лабораторий. Одной из них является учебная лаборатория по лазерной физике. Она располагает лабораторными установками для изучения фи-



*Студенты направления подготовки 12.03.03 «Фотоника и оптоинформатика» в лаборатории лазерной физики.*



*Лекция для школьников. Читает инженер-исследователь лаборатории оптической спектроскопии лазерных материалов А.Д.Таратынова.*

зических принципов работы и конструктивных особенностей твердотельных, волоконных, полупроводниковых лазеров, лазерного дальномера, передачи информации с использованием оптического волокна. В этой учебной лаборатории проводятся занятия для студентов, обучающихся по профильным направлениям подготовки в Университете. Здесь же в 2023 году была реализована программа ДПО «Физические основы лазерной техники» для магистрантов Университета ИТМО. В лаборатории проводятся также занятия для студентов Национального исследовательского Пермского государственного университета, с которым у МГУ им.

Н.П.Огарева заключен договор о сетевой реализации в 2022-2023гг. программы магистратуры. На декабрь 2023 года запланирована реализация на базе этой лаборатории Программы ДПО «Лазеры и лазерная техника» для преподавателей Нижегородского национального исследовательского государственного университета им. Н.И.Лобачевского.

В 2022-2023гг. шесть абитуриентов направления подготовки 12.03.03 «Фотоника и оптоинформатика» заключили договоры с предприятиями о целевой подготовке (5 человек заключили такие договоры с АО «Оптиковолокonné системы» в Саранске и один студент обучается в нашем Университете в рамках целевой подготовки для

ПО «АО УОМЗ» в Екатеринбурге).

На кафедре фотоники МГУ им. Н.П.Огарева с целью профориентационной работы разработана программа ДПО для школьников «Основы фотоники». Для ее реализации создана специальная лаборатория, оснащенная оборудованием, на котором учащиеся школ г.Саранска могут выполнять доступные для их уровня исследовательские проекты. Кроме того, школьники слушают научно-популярные лекции по фотонике ученых из МГУ им. Н.П.Огарева и других вузов РФ. Также для них организовываются экскурсии на профильные промышленные предприятия Республики Мордовия.

## КАК ЭТО БЫЛО...

### Он всегда считал за счастье заниматься наукой

*21 сентября с.г. исполнилось 100 лет со дня рождения Героя Социалистического Труда, академика **Николая Александровича Борисевича** – выдающего ученого, видного государственного и общественного деятеля, крупного организатора советской и белорусской науки. Яркая жизнь Николая Александровича – образец служения Науке и своему Отечеству.*

**Б**удущий академик родился в поселке Лучной Мост Березинского района Минской области. В 1941 году талантливый юноша из «глубинки», с отличием окончил среднюю школу. Он мечтал об университете, но пришлось с оружием в руках встать на защиту Родины. Во время Великой Отечественной войны он был подпольщиком, активным участником партизанского движения в Минской области, закончил войну в рядах действующей армии в Берлине. За боевые заслуги награжден орденами Отечественной войны I и II

степени, двумя орденами Красной Звезды, медалью «Партизану Отечественной войны I степени» и другими медалями.

В 1950 году Николай Александрович окончил БГУ, а в 1953-м – аспирантуру Государственного оптического института им. С.И.Вавилова в Ленинграде. В 1954 году после защиты кандидатской диссертации он вернулся в Минск и стал одним из организаторов Института физики и математики АН БССР.

Всю свою жизнь Н.А.Борисевич увлеченно за-

нимался наукой в созданной им крупной лаборатории Института физики Академии наук Беларуси, а затем Института молекулярной и атомной физики и Института физики НАН Беларуси. С именем ученого связано становление и развитие современных представлений о процессах испускания и поглощения излучения свободными сложными молекулами. Ему принадлежат фундаментальные исследования фотофизических процессов в сложных молекулах в газовой фазе, определяющих энергетику и динамику внутри- и межмолекулярных взаимодействий. Им и его учениками введены в молекулярную спектроскопию ранее неизвестные понятия и спектральные характеристики сложных молекул и разработаны экспериментальные методы их определения. Результаты первого этапа этих исследований были обобщены им в монографии «Возбужденные состояния сложных молекул в газовой фазе» (1967).

Исследования влияния посторонних газов на спектрально-люминесцентные характеристики паров сложных молекул, выполненные *Б.С.Непорентом* и *Н.А.Борисевичем*, привели к открытию явления стабилизации-лабилизации электронно-возбужденных многоатомных молекул посторонними газами. Это открытие широко используется в спектроскопии, люминесценции, фотохимии и квантовой электронике для управления устойчивостью возбужденных состояний молекул и в исследованиях процессов межмолекулярного обмена энергией.

Важные результаты получены *Н.А.Борисевичем* и его коллегами в области лазерной физики. Еще до обнаружения генерации излучения растворами сложных органических соединений была теоретически доказана возможность такой генерации и описаны основные свойства, в частности, возможность перестройки частоты излучения. Найдено 15 классов сложно-молекулярных соединений, генерирующих излучение в растворах. Впервые получена генерация стимулированного излучения парами сложных молекул и на этой основе создан новый тип лазера с перестраиваемой частотой излучения.

За создание нового научного направления – спектроскопии свободных сложных молекул – *Н.А.Борисевичу*, *Б.С.Непоренту*, а также ученикам Николая Александровича – *В.В.Грузин-*



*скому* и *В.А.Толкачеву* в 1980 году была присуждена Ленинская премия.

К числу важнейших научных достижений *Н.А.Борисевича* и его школы относятся результаты по обнаружению и исследованию поляризованной люминесценции свободных сложных молекул, позволившие установить основные закономерности динамики вращательного движения электронно-возбужденных сложных молекул в газовой фазе. За цикл работ «Динамика вращательного движения электронно-возбужденных многоатомных молекул в газовой среде» *Н.А.Борисевичу*, *В.А.Тол-*

*качеву*, *А.П.Блохину* и *В.А.Поведайло* в 1998 году присуждена Государственная премия Республики Беларусь.

Для *Николая Александровича* было свойственно доведение результатов фундаментальных исследований до практических применений. Детальное изучение процессов селекции оптического излучения в дисперсных и многокомпонентных системах привело к созданию новых типов инфракрасных фильтров, перекрывающих широкую область спектра от 4 до 50 мкм. Результаты этих работ обобщены в монографии «Инфракрасные фильтры» (1971). За исследование рассеяния излучения и создание нового класса оптических фильтров для широкой области инфракрасного спектра *Н.А.Борисевичу* и его ученику *В.Г.Верещагину* в 1973 году была присуждена Государственная премия СССР. Был налажен серийный выпуск фильтров и созданных на этой основе приборов, предназначенных для массового спектрального анализа молекулярного состава и качества различных веществ.

Многогранной была научно-организационная, государственная и общественная деятельность *Н.А.Борисевича*. В мае 1969г. он был избран президентом АН БССР и проработал в этой должности 18 лет. За эти годы Академия вошла в число крупнейших научных центров, более чем в 2 раза выросла по численности, финансирование увеличилось почти в 4 раза. Было открыто 10 новых институтов и 5 научных подразделений в областных центрах республики, создана разветвленная опытно-конструкторская и экспериментальная база, центры коллективного пользования уникальными прибо-



рами и оборудовани-ем, развернуто строительство Академгородка в Минске.

Высокую ответственность перед обществом и оперативность проявил руководитель Академии в связи с аварией на ЧАЭС. Уже в первые дни была налажена регуляр-

ная работа по изучению последствий и вскоре создана под его руководством рабочая группа по оперативному решению вопросов, связанных с аварией.

Большой вклад академика Борисевича в науку заслужил высокую оценку. Он удостоен звания Героя Социалистического Труда, награжден четырьмя орденами Ленина, орденами Октябрьской революции и Трудового Красного Знамени, ему присвоено звание «Заслуженный деятель науки Республики Беларусь».

Выдающийся ученый, чуткий, внимательный и требовательный учитель *Николай Александрович Борисевич* создал широко известную научную школу. Им подготовлено более 30 кандидатов наук, 12 его учеников – доктора наук, при этом у него можно было учиться всему: отношению к науке, работе, людям...

Он самозабвенно любил родную Беларусь, свой край, его историю, которую завещал не искажать, родной белорусский язык, который хорошо знал, любил и с большой радостью на нем общался, много читал. Особенно любил Якуба Коласа, считал его «Новой землей» энциклопедией жизни белорусского народа.

*Николай Александрович* всегда был человеком-победителем, и для него не было лучше страны, земли, чем та, которую он защитил в бою, за которую проливал свою кровь, рисковал своей жизнью. В нем жили оптимизм и вера, романтика своей эпохи. И еще он был надежен и справедлив, не мог позволить себе ничего, что могло бы бросить тень на его честь и достоинство.

Он постоянно стремился к занятию наукой, полностью отвечая девизу своей жизни, сформулированному им самим: «*Я всегда считал за счастье заниматься наукой*». В последние годы жизни он продолжал писать научные статьи, организовывал обсуждение результатов исследований, докладов на лабораторных семинарах в своем кабинете в здании Президиума НАН Беларуси.

*Н.А.Борисевич* постоянно ощущал очень глубокую неразрывную внутреннюю связь с Академией наук. Особенно остро это можно было почувствовать в последние месяцы жизни, навещая *Николая Александровича* в его доме. Было видно, насколько ему интересно все, что происходит в Академии, в Институте, лаборатории. Воспоминания, которыми он делился с нами, как правило, были связаны с наукой и Академией. Первый вопрос, задаваемый им во время встреч, независимо от самочувствия, всегда был «Как дела в Академии, какие события происходят?...» и при этом всегда очень сокрушался, что не может в настоящий момент участ-



воваться в ее жизни.

В память о *Николае Александровиче Борисевиче* в Институте физики НАН Беларуси, там, где он проработал практически всю свою жизнь, создан Мемориальный кабинет. Ежегодно проводится конкурс научных работ молодых ученых на соискание премии имени академика Н.А. Борисевича с вручением диплома лауреата и памятного знака. В музее истории Минска сформирована мемориальная коллекция академика. В августе 2023 года по решению Мингорисполкома одной из улиц нового микрорайона Минска «Северный берег» присвоено имя академика *Н.А.Борисевича*.

*С.А.Тихомиров, С.В.Гапоненко*

## ХРОНИКА

### Курсы лазерных технологий в Обнинске

В Калужском лазерном инновационно-технологическом центре (г.Обнинск) в сентябре состоялись очередные трехдневные (24 часа обучения) курсы повышения квалификации для

технологов-лазерщиков. По сложившейся традиции эти курсы проводятся совместно лекторами из Вятского ЛИТЦ и Калужского ЛИТЦ-ЦКП. На этот раз их программа – «Лазерные

технологии в машиностроении» – была адаптирована под интересы специалистов авиационного предприятия из Уральского региона, которое делегировало на них своих сотрудников. Были подробно рассмотрены физические основы взаимодействия лазерного излучения с веществом применительно к технологиям лазерной обработки металлических материалов, особый акцент был сделан на технологиях лазерной сварки, термоупрочнения и наплавки различных сплавов и сталей. Особенностью курсов, проводимых в Калужском ЛИТЦ-ЦКП, является возможность для слушателей получать не только необходимую базовую информацию, но и ответы на свои конкретные производственные вопросы.

Курсы повышения квалификации в Калужском ЛИТЦ-ЦКП проводятся с 2008 года. Для них разработаны следующие программы:

- Тематический курс «Лазерные технологии в машиностроении» – 24 часа,
- Тематический курс «Возможности лазерных технологий для предприятий автомобильной индустрии» – 24 часа,
- Тематический курс «Лазерные технологии в авиационной промышленности» – 24 часа,
- Тематический курс «Лазерная безопасность» – 24 часа,
- Программа обучения операторов лазерных установок – 40 часов,
- Программа повышения квалификации «Лазерные технологии в промышленности и безопасность при работе с лазерным оборудованием» – 72 часа.

Курсы длительностью 24 часа обучения проводятся для групп не менее 5 слушателей, программа, рассчитанная на 72 часа обучения, проводится для групп не менее 10 слушателей.

Указанные учебные программы состоят из различных модулей, которые компонуются в зависимости от производственных интересов конкретной группы слушателей. С каждым предприятием, направляющим слушателей на курсы, программа занятий согласовывается индивидуально, курсы, таким образом, являются тематически гибкими.

При этом обязательной составляющей абсолютно всех программ курсов, проводимых в Ка-

лужском ЛИТЦ-ЦКП (за исключением специальной программы «Лазерная безопасность»), являются занятия, посвященные безопасной работе на лазерных установках. Эта часть включает в себя лекции о воздействии лазерного излучения на человеческий организм, о том, какие опасности и вредности существуют при работе с лазерными установками, какие есть средства защиты от этих опасностей. Рассматриваются и многие другие вопросы лазерной безопасности. Следует отметить, что производственники, работающие с лазерным излучением, как правило, не имеют большой компетенции в этой области, поэтому данная тема всегда вызывает большой интерес и живой отклик слушателей.

Курсы проводятся на платной основе, по их окончании слушателям выдается Сертификат о прохождении курса повышения квалификации с указанием темы курса, даты и количества часов обучения. В обязательном порядке дополнительно выдается Сертификат о прослушивании программы по лазерной безопасности.

Получить дополнительную информацию можно на сайте Калужского ЛИТЦ-ЦКП по адресу [клитц.рф](http://клитц.рф), прислать заявку можно по электронной почте [laser-center@r-tech.ru](mailto:laser-center@r-tech.ru).

*Т.Г.Кузьменко, ООО «Растр-технология»*

\* \* \*

**Послесловие.** *Краткосрочные курсы лазерных технологий для производственников, осваивающих такие технологии, были организованы на базе всех региональных лазерных инновационно-технологических центров (ЛИТЦ), созданных в 2005-2008гг. Лазерной ассоциацией совместно с немецкими партнерами в рамках действовавшего в 1992-2008гг. российско-германского соглашения о сотрудничестве в области лазерной техники. Появление таких ЛИТЦ в Москве, Обнинске, Екатеринбурге, Таганроге и Кирове вызвало мощный всплеск интереса местных машиностроительных и приборостроительных предприятий к лазерным технологиям, и курсы при ЛИТЦ должны были помочь удовлетворить этот интерес, одновременно просвещая пользователей лазерного технологического оборудования в вопросах выбора такого оборудования и обеспечения безопасности при работе на нём. Курсы на базе Калужского ЛИТЦ принимают слушателей из всех регионов.*

*Секретариат ЛАС*

\* \* \*

## **IX Всероссийская Диановская конференция по волоконной оптике (ВКВО-2023)**

*Конференция проводилась в 9-й раз, с 3 по 6 октября с.г., и впервые в рамках «Недели фотоники» в Пермском крае. С этого года ВКВО присвоено имя ее инициатора — академика **Евгения Михайловича Дианова** (1936–2019гг.), выдающегося ученого в области волоконной оптики, лазерной физики и оптического материаловедения, основателя и многолетнего директора Научного центра волоконной оптики РАН.*



В ВКВО-2023 приняли участие 355 человек, в том числе 25 докторов и 100 кандидатов наук, прозвучали 275 докладов (в т.ч. 185 устных и 90 стендовых) по актуальным вопросам исследования и применения технологий в области фотоники. На конференцию приехали ученые из ВУЗов и научных центров 14 регионов страны — от Калининградской области до Томска, — а также из Беларуси и КНР. Общее количество иногородних участников составило 84%. При этом многие специалисты, не первый год участвующие в ВКВО, например, представители Санкт-Петербургского политехнического университета, отметили, что значительно снизился средний возраст участников, приехало много молодых ученых (среди участников было 9% студентов и 14% аспирантов).

#### Тематика конференции:

- Волоконные световоды;
- Волоконно-оптические кабели;
- Волоконно-оптические системы связи и передачи информации;
- Компоненты и устройства волоконной оптики;
- Волоконные лазеры и усилители;
- Волоконно-оптические датчики и системы измерения физических величин;
- Наноматериалы и нанотехнологии в волоконной оптике;
- Нанопотоника;
- Фотонные интегральные схемы и радиофотоника;
- Агробиофотоника.

Программа ВКВО-2023 включила в себя пленарное заседание, 27 тематических секций по 10 вышеуказанным направлениям, в т.ч. 2 стендовые сессии и 2 сессии школы молодых ученых по теме «Микроволновая фотоника».

Один из двух пленарных докладов был посвящен тенденциям создания и развития в России производства новых типов оптических кабелей. В нём было отмечено, что наиболее важными являются следующие задачи: уменьшение массогабаритных параметров оптических кабелей и оптического волокна; расширение температурного диапазона эксплуатации; увеличение стойкости оптических кабелей к внешним воз-

действиям; повышение срока службы оптических кабелей; снижение себестоимости; замена импортных конструкционных материалов на отечественные; освоение новых для России технологий и создание производств оптических волокон разных типов с характеристиками мирового уровня.

Во втором докладе были рассмотрены перспективы развития отечественных DWDM-систем связи. Докладчик подчеркнул, что характеристики созданных компанией «Т8» DWDM-систем, использующих оборудование на платформе «Волга», уже вполне соответствуют мировому уровню коммерческих магистральных DWDM-систем. В то же время было отмечено, что в ближайших перспективах необходим переход на более плотную упаковку элементов, что требует создания отечественного производства фотонных интегральных схем.

В секции «Агробиофотоника» прозвучали доклады на самые разные темы: от использования флуоресценции для определения качества овощей и создания систем, использующих разный спектральный состав освещающих ламп для эффективного выращивания сельхозпродукции до влияния низкоинтенсивного излучения видимого спектрального диапазона на функциональные характеристики спермы животных.

В секции «Волоконно-оптические линии связи» одним из вызвавших интерес был доклад о перспективах применения отечественных (ПАО «ПНППК») сверхвысокочастотных электрооптических модуляторов в системах когерентной оптической связи. В целом ряде докладов рассматривалась задача использования квантовой криптографии для безопасной передачи информации по каналам оптической связи.

Среди докладов, прозвучавших в секции «Радиофотоника и фотонные интегральные схемы» можно отметить доклад, посвященный оптическим частотным гребенкам и современному состоянию этого вопроса. Кроме того, следует отметить рост количества работ, посвященных изготовлению компонентов ФИС (резонаторов, волноводов и т.д.), в том числе, на таком известном оптическом материале, как ниобат лития. Об опыте изготовления модуляторов на тонкопленочном ниобате лития прозвучал, в



частности, доклад от авторов из ФТИ им. Иоффе.

Секция «Волокно» была не только одной из самых многочисленных, но и разноплановых. Например, в докладе от АУ «Технопарк-Мордовия» докладчики озвучили проблему подготовки кадров и пути ее решения.

Отдельно стоит отметить секцию «Умник-фотоника», где с докладами выступили победители одноимённого конкурса Фонда содействия («Фонда Бортника»), проходившего в Перми в августе 2022 года. Прозвучал доклад на модную и очень перспективную тему — источники одиночных фотонов, на которые делают ставки в устройствах квантовой криптографии. Новое решение в работе одного из «умников»-победителей получила старая проблема контроля содержания воды в авиационном топливе.

Тезисы докладов конференции были опубликованы в виде спецвыпуска журнала «Фотон-Экспресс» (№6, 2023). Кроме того, ряд статей, рекомендованных Программным комитетом конференции, опубликованы в журнале «Прикладная фотоника».

## Выставка



Традиционно наряду с докладами на конференции была представлена выставочная экспозиция. В этом году передовые технологии в области фотоники и волоконной оптики представили АО «ЛЛС», ООО «Нордлэйз», ООО «Специальные Системы. Фотоника», ПАО «ПНППК» и Центр компетенций Национальной технологической инициативы (НТИ) по сквозной технологии «Фотоника».

В первый день конференции более 100 участников в рамках культурной программы посетили закрытый показ научно-технологического спектакля «Солярис», являющегося совместным проектом Центра компетенций НТИ «Фотоника», ПАО «ПНППК» и Пермского академического «Театра-Театра». Это новый взгляд на известное произведение. Сценическое действие

построено на взаимодействии со светом, лазерами, голограммами и видеопроекцией. Фотоника заменяет традиционные для театра декорации и создает на пустой сцене космическую атмосферу другой планеты, погружает зрителя в будущее. Свет становится частью действия, превращается в искусство.

Подводя итоги, хочется отметить, что во время и после ВКВО-2023 участниками была дана очень высокая оценка конференции с организательной и организационной стороны.

В качестве примера можно привести высказывание Ю.Константинова (ПФИЦ УрО РАН): «*Это была конференция, которую ждёшь два года. Та конференция, на которой хочешь быть сразу на всех секциях и после каждого доклада развить долгую дискуссию. Хотя я и был включён в Организационный и Программный комитеты, в конференцию смог погрузиться с головой именно как участник. Это было очень комфортно! Спасибо за это команде ЦК НТИ «Фотоника» и ПНППК.*

В адрес Центра НТИ «Фотоника», который впервые выступил оператором ВКВО, поступило благодарственное письмо от генерального спонсора – АО «ЛЛС», прозвучали слова благодарности от партнеров. В свою очередь, организаторы провели итоговые встречи, направили благодарственные письма в адрес партнеров и подрядчиков, зафиксировали все критические замечания для улучшения будущей конференции ВКВО-2025.

**В заключение перечислим все организации, объединившие свои возможности для подготовки успешного проведения ВКВО-2023:** Центр компетенций НТИ «Фотоника», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Администрация губернатора Пермского края, Научный центр волоконной оптики Института общей физики Российской академии наук (НЦВО ИОФ РАН), ПАО «Пермская научно-производственная приборостроительная компания» (ПНППК), Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (ПФИЦ УрО РАН), ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» (ПГНИУ), ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (ПНИПУ), Пермский академический «Театр-Театр». Генеральным спонсором выступило АО «ЛЛС». Спонсоры: ООО «Нордлэйз», компания «Специальные Системы. Фотоника». Информационные партнеры: журналы «Прикладная фотоника», «Фотоника», «Первая миля», «Фотон-Экспресс».

*Ю.А.Цаплин, техн. секретарь ВКВО-2023,  
В.В.Криштон, д.ф.-м.н., эксперт Центра компетенций НТИ «Фотоника»*



## Научно-практическая конференция «Лазерные и аддитивные технологии в промышленности»

В рамках XVI научно-промышленного Форума «Техническое перевооружение машиностроительных предприятий России», проводившегося Союзом предприятий оборонных отраслей промышленности Свердловской области в г.Екатеринбурге, 24 октября прошла научно-практическая конференция «Лазерные и аддитивные технологии в промышленности». Организатором конференции выступил ЗАО «Региональный центр лазерных технологий» (ЗАО «РЦЛТ»), соорганизатором – Союз предприятий оборонных отраслей промышленности Свердловской области.

Участники конференции – представители промышленных предприятий, ВУЗов, Академии наук, всего около 70 человек.

Вице-президент Лазерной ассоциации, председатель Совета Уральского регионального центра Лазерной ассоциации, генеральный директор ЗАО «РЦЛТ», д.т.н. *А.Г.Сухов* выступил с докладом «Разработка и успешное применение лазерных технологий при обработке титана и сталей».

В работе конференции принял участие заместитель директора Института лазерных и сварочных технологий (ИЛИСТ) Санкт-Петербургского государственного морского технического университета *В.В.Осипов* с презентацией основных направлений деятельности ИЛИСТ в области лазерных и аддитивных технологий в промышленности.

Ведущий эксперт по лазерным технологиям ООО НТО «ИРЭ – Полюс» (г.Фрязино) *М.А.Мурзаков* поделился опытом внедрения в различные отрасли промышленности РФ технологий лазерной обработки материалов волоконными лазерами.

Директор Центра современных нанотехнологий УрФУ д.т.н. *В.Я.Шур* рассказал о преобразователях частоты лазерного излучения на основе сегнетоэлектриков с регулярной доменной структурой.

Член-корреспондент РАН, заведующий отделом материаловедения ИФМ УрО РАН д.т.н. *А.В.Макаров* выступил на тему «Перспективы короткоимпульсной лазерной наплавки покрытий из средне- и высокоэнтропийных сплавов».

Руководитель отдела технологического анализа ГК «ПЛМ Урал» *Р.Р.Валиуллин* представил доклад «SIMMAX-ADDITIVE: система инженерного анализа для моделирования процессов изготовления деталей методом аддитивных технологий».

О перспективах развития технологии RPD (Rapid Plasma Deposition – быстрая плазменная наплавка) рассказал инженер-технолог ПАО «КОРПОРАЦИЯ ВСМПО-АВИСМА» *А.И.Ларьков*.

Директор ООО ВМП «Лазерная техника и технологии» (г.Киров) к.т.н. *А.М.Чирков* сообщил о лазерных реновационных, в том числе о гибридных, технологиях в машиностроении.

Заведующий лабораторией новосибирского Института теоретической и прикладной механики Сибирского отделения РАН (ИТПМ СО РАН) д.т.н. *А.Г.Маликов* рассказал о работах по лазерным технологиям в ИТПМ СО РАН.

Главный научный сотрудник Института физики металлов Уральского отделения РАН (ИФМ УрО РАН) (лаборатория «Аддитивные технологии») д.ф.м.н. *Н.В.Казанцева* обратила внимание участников конференции на особенности деформации и разрушения стальных образцов, полученных с помощью лазерного 3D принтера.

О материалах покрытий, используемых для защиты от экстремальных воздействий, рассказал в своем докладе *Ю.С.Коробов*, д.т.н., заведующий лабораторией, главный научный сотрудник ИФМ УрО РАН, профессор УрФУ.

Представитель компании ООО «IRS LaserTech» *Е.Савик* сообщил о лазерных технологиях наплавки, применяемых в промышленном секторе для восстановления поврежденных деталей и защиты новых деталей от износа и коррозии.

Советник генерального директора ЗАО «РЦЛТ», профессор УрФУ, д.т.н. *С.М.Шанчуров* выступил с заключительным докладом «О стандартизации и подготовке кадров в области лазерных производственных технологий».

Конференция собрала много профессионалов-производственников. На ней состоялся активный обмен мнениями и дискуссии по техническим, технологическим и организационным вопросам, в том числе вопросам разработки нормативной и регламентирующей документации процессов лазерной обработки металлов. В конструктивном диалоге участники следующим образом сформулировали своё видение будущего развития лазерных и аддитивных технологий обработки различных материалов.

- Конференция отмечает, что в последние годы лазерные, гибридные лазерные и аддитивные технологии активно осваиваются при обработке различных материалов, в том числе титановых сплавов и специальных сталей. Использование таких технологий позволяет обеспечить высокое качество получаемых изделий и экологическую чистоту производства, а также экономии материальных и людских ресурсов при существенном увеличении производительности труда.

- Применяемые в машиностроительном производстве лазерные технологии чрезвычайно

разнообразны – резка и сварка лазерным лучом, маркировка и гравировка, упрочнение поверхностного слоя металла, наплавка, прямое выращивание деталей сложной формы, бесконтактные измерения и диагностика и многое другое. В целом ряде случаев данные технологии находятся вне конкуренции, так как с их помощью можно создавать принципиально новые, более эффективные производственные процессы, получить технические и экономические результаты, которые нельзя достичь другими техническими средствами.

- При этом потенциал таких технологий на российских предприятиях используется еще недостаточно. Причинами этого являются слабая информированность производителей о реальных технологических возможностях таких технологий, их высокой технико-экономической эффективности, а также недостаточное нормативное обеспечение процесса их освоения на действующих предприятиях и нехватка кадров, владеющих компетенциями, необходимыми для эффективного их использования в промышленности.

**Участники научно-практической конференции решили:**

1. Учитывая важность стоящей перед промышленным комплексом России задачи активного использования новых конструкционных материалов, предложить Минпромторгу и ГК «Ростех

принять согласованные меры, направленные на ускорение практического освоения лазерных, гибридных лазерных и аддитивных технологий российскими предприятиями.

2. Принять меры по усилению кадрового потенциала предприятий, применяющих и планирующих внедрить лазерные технологии, активизировать работу по подготовке необходимых специалистов инженерного и технического уровня. Поддержать инициативу Уральского регионального центра Лазерной ассоциации о создании в Екатеринбурге на базе ЗАО «РЦЛТ», Уральского федерального университета им. Б.Н.Ельцина и Уральского государственного колледжа им. И.И.Ползунова Инженерной школы лазерных и аддитивных технологий для проектно-ориентированной под задачи промышленности подготовки кадров всех уровней – по рабочим специальностям, специалистов со средним профессиональным и высшим инженерным образованием.

3. Обратиться в Министерство образования и молодежной политики Свердловской области с предложением поддержать бюджетный прием на лазерно-технологические специальности путем увеличения контрольных цифр приема по указанным профильным направлениям среднего профессионального образования.

*А.Г.Сухов, С.М.Шанчуров, ЗАО «РЦЛТ»*

## ИНТЕРНЕТ-НОВОСТИ

### Новая отечественная «лазерная пушка» и перспективы направления

*В течение нескольких последних десятилетий российская оборонная промышленность работает над созданием боевых лазеров разного назначения. На днях стало известно, что до стадии полигонных испытаний дошел еще один образец такого рода. Он предназначен для борьбы с беспилотными летательными аппаратами разных классов и уже продемонстрировал такие возможности.*

#### На стадии испытаний

Об успехах перспективного отечественного лазера сообщило РИА Новости. Сведения об этом проекте и его последних результатах агентство получило от информированного источника в неназванной структуре. Он раскрыл лишь общую информацию о последних мероприятиях и не стал вдаваться в подробности.

По словам источника, на одном из российских полигонов недавно состоялись испытания боевого лазерного комплекса. Источник обозначил это изделие как «лазерную пушку», но не стал указывать конкретные названия или индексы. Из всех характеристик и особенностей конструкции он упомянул только использование излучения в инфракрасном диапазоне. Также не названа организация-разработчик.

В ходе испытаний проверялась работа комплекса в качестве средства противовоздушной обороны – он боролся с беспилотными летательными аппаратами.

В качестве мишеней применялись БПЛА самолетного типа и квадрокоптеры. «Стрельбы» проводились в ближней зоне.

Испытания дали желаемый результат: лазер успешно уничтожал воздушные цели. Мощность луча оказалась достаточной для физического поражения БПЛА. Излучение прожигало элементы конструкции и/или электронику воздушных мишеней. При этом мощность лазерного излучателя, дальность поражения и т.д. не названы по понятным причинам.

Также остаются неизвестными другие особенности комплекса и принципы работы. В частности, большой интерес в этом контексте представляют методы обнаружения и сопровождения воздушных целей, средства управления вооружением и т.д.

Таким образом, на данный момент известно только о самом факте существования некоего боевого лазерного комплекса, предназначенного для ПВО ближней зоны. При этом изделие уже доведено

до испытаний в условиях полигона и подтверждает расчетные характеристики. Все это показывает, что проект развивается и дает желаемые результаты. Вероятно, теперь можно рассчитывать, что в ближайшее время промышленность официально расскажет о новой «лазерной пушке» и даже раскроет некоторые ее характеристики.

### Лазерные преимущества

Интерес к боевым лазерам со стороны армий вполне понятен: военных привлекают характерные особенности и преимущества таких систем. При этом в сфере защиты от БПЛА комплексы этого класса могут в полной мере реализовать свои преимущества и справиться с поставленными боевыми задачами.

Напомним, боевой лазер имеет несколько основных преимуществ. В первую очередь, это возможность прямой передачи к цели требуемого количества тепловой энергии – для ее повреждения или разрушения, в зависимости от ставящихся задач. Наведение лазерного луча является достаточно простой задачей, не требующей сложных расчетов. Кроме того, «выстрел» из лазера значительно дешевле любого существующего боеприпаса.

В то же время, имеются врожденные недостатки. Для повышения дальности и/или могущества луча требуется наращивать мощность излучателя. Из-за этого возникает необходимость в более мощном источнике энергии, а также увеличиваются размеры и масса комплекса. Лазерный луч, при всех своих преимуществах, подвержен негативному воздействию внешних факторов. Разные погодные явления могут мешать передаче тепловой энергии к цели и ухудшать эффективность «стрельбы».

Боевой лазерный комплекс, предназначенный для борьбы с малыми БПЛА, может эффективно использовать основные преимущества подобного вооружения. В первую очередь, это связано с особенностями целей. Легкие коптеры и аппараты самолетного типа изготавливаются из пластика и композитов, которые можно расплавить или поджечь без значительного расхода энергии. Кроме того, основная их масса оснащена той или иной оптикой, которая тоже является целью для лазерного луча.

Боевой лазер может на расстояниях в несколько километров буквально сжигать беспилотные мишени. На большей дистанции обеспечивается подавление

или поражение их оптических средств. При этом не требуется высокая мощность лазера и, как следствие, мощные средства энергоснабжения. Появляется возможность сделать комплекс мобильным.

При всей сложности и дороговизне лазера, стоимость одного «выстрела» по цели или «залпа» по нескольким остается низкой. Кроме того, резко возрастает продолжительность работы и применения лазера. В этом отношении боевые лазеры гораздо выгоднее артиллерийских и ракетных систем ПВО. Кроме того, зенитная ракета может быть избыточной для конкретной цели, тогда как лазер нанесет ей требуемый ущерб.

Боевой лазер менее опасен с точки зрения сопутствующего ущерба. Так, после его применения на землю падают только обломки пораженной цели, но не элементы ракеты или снаряды. Случайные попадания по посторонним объектам исключаются за счет грамотного применения техники. Кроме того, имеется возможность выбора мощности и дальности эффективного действия луча, за пределами которой он не будет представлять большой опасности.

### Очевидный прогресс

Боевые лазеры на данный момент являются наиболее интересной разновидностью **оружия** «на новых физических принципах». Они обладают большим техническим и военным потенциалом, а кроме того, имеется и развивается необходимый круг технологий. Как следствие, к настоящему времени уже в нескольких странах не только ведутся исследования, но и разрабатываются полноценные боевые лазерные комплексы.

В последние годы стало известно о нескольких отечественных разработках такого рода. Примечательно, что о них официально рассказывают уже после завершения основной части работ, когда техника вышла на полигоны и показывает свои возможности. Это дает поводы для оптимизма и позволяет предполагать, что российские разработки в сфере лазеров – включая недавно испытанный образец – не будут уступать современным иностранным комплексам.

**К. Рябов**

<https://topwar.ru/224880-novaja-otechestvennaja-lazernaja-pushka-i-perspektivnaya-napravlenija.html>

★ ★ ★

## Алексей Йесод. Долгий мир может быть восстановлен благодаря новому оружию

В десятилетия была популярна теория, что эпоха больших войн прошла и на смену им пришел период гибридных конфликтов — мол, крупные державы будут воевать в информационном, экономическом и других пространствах, дополняя это точечными наземными операциями. На горьком опыте мы убедились, что эта теория неверна.

Мы также убедились, что если война не выплеснулась за пределы конкретного региона, то ядерное сдерживание не работает. Несмотря на угрозы Медведева и других представителей властей РФ, никто всерьез не верит в возможность применения по край-

ней мере стратегического ядерного оружия. Очевидно, что и США вместе с НАТО не будут использовать не то что ядерный арсенал, но даже передавать Украине самые мощные образцы обычных вооружений — например, ударные дроны MQ-9 Reaper или дальнобойные ракеты.

Тем не менее долгий мир, наставший после Второй мировой благодаря наличию тысяч ядерных боеголовок у двух противоборствующих сверхдержав, может быть восстановлен благодаря новой технологии. Лазерное или лучевое сдерживание — вполне возможная концепция сдерживания, которая подарит

человечеству такой же долгий мир в XXI веке, какой был достигнут с помощью создания ядерного оружия в XX-ом.

Представьте, что у некоей страны есть специалисты, вооруженные «гиперболоидами» — энергетическим оружием высокой точности, способным пробить любую броню, с легкостью сжечь десятки единиц боевой техники и любое количество штурмовой пехоты. Это сделает практически бессмысленными масштабные наземные операции, а основанное на тех же принципах ПВО позволит закрыть и небо.

Возможно ли это в ближайшем будущем? Первые образцы лазерного оружия уже существуют и используются, но пока громоздки, требуют слишком много энергии и жутко греются от каждого выстрела.

Однако в августе 2023 года китайские военные совершили прорыв. Представители Национального университета оборонных технологий сообщили о разработке новейшей системы охлаждения для высокоэнергетических боевых установок. Теперь будет куда проще создать первый полноценный бластер — лазерный пистолет или винтовку, стреляющую энергетическими лучами непрерывно, без потери точности и мощности.

США безуспешно пытались создать аналогичную систему охлаждения, так что на этом витке «лазерной гонки» КНР впереди. С новой технологией китайцы могут построить оружие, способное заменить ракетные системы любой дальности и сбивать любые летающие объекты вплоть до дронов и спутников. Не говоря уже о том, как боевые лазеры изменят привычное поле битвы. Другое дело, что НОАК еще не продемонстрировала прототип в действии.

Тем временем британские ученые (без глупостей) собираются потратить 85 млн фунтов на самый мощный лазер в истории — «Вулкан» достоин отдельного рассказа, но можно сказать одно: его луч будет ярче тысячи солнц. Разработка реализуется в рамках Центральной лазерной лаборатории — там уже 40 лет ведется изучение лазеров с сугубо мирными целями и задачами по изучению физики плазмы и термоядерной реакции. Но она также может быть использована и военными для создания лучевого оружия.

Вполне вероятно, что уже скоро мы будем наблюдать новую технологическую гонку — и именно победа в ней определит будущие сверхдержавы и их сферы влияния в мире.

<https://www.rosbalt.ru/posts/2023/09/29/1995648.html>

★ ★ ★

## Денис Мантуров посетил предприятие «Оптосистемы»

*Заместитель Председателя Правительства – Министр промышленности и торговли Денис Мантуров совместно с президентом Российской академии наук Геннадием Красниковым и заместителем мэра Москвы по вопросам экономической политики и имущественно-земельных отношений Владимиром Ефимовым посетил предприятие «Оптосистемы» ГК «Лассард», где изготавливается инновационное российское лазерное оборудование для медицины и другая высокотехнологичная продукция.*

Оптомеханика, медицинское и лазерное оборудование – одни из наиболее перспективных направлений электроники сегодня. Компания «Оптосистемы» развивает несколько направлений производства: эксимерные (газовые) лазеры, лазеры для рефракционной хирургии, лазерные системы для литографии, микроволновые и CVD-системы для роста алмазов, офтальмологические системы.

Продукция «Оптосистем» используется при лазерной коррекции зрения. Это одна из пяти компаний в мире, производящая лазерное оборудование в этом направлении. Оно экспортируется в Белоруссию, Казахстан, Китай, Таджикистан, Южную Корею, на Кубу и в другие страны. В частности, лазер Microscan Visum является самым быстрым в мире. Частота повторения лазерных импульсов достигает 1100 Гц, что позволяет проводить коррекцию зрения со скоростью 1 секунда на 1 диоптрию. При этом он более конкурентен по цене, чем иностранные аналоги.

Отдельно Денису Мантурову продемонстрировали макет эксимерного лазера с длиной волны 248 нм для разрабатываемой по заказу Минпромторга литографической установки 130 нм. Предприятие также в следующем году приступает к разработке макета лазера с длиной волны 193 нм, который в будущем будет применяться в литографических установках 90–45 нм. «Оптосистемы» – один из трёх производителей эксимерных лазеров в мире.

Активно развивающееся направление работы ГК «Лассард» – оптомеханика. Компания своими силами запустила это направление четыре года назад и сегодня уже достигла немалых результатов на этом пути.



Вице-премьеру продемонстрировали оптические столы, которые включены в реестр Минпромторга как продукция, полностью произведённая на территории России. Скоро первая партия этих столов будет поставлена в Функциональный центр микро/наносистем университета им. Н.Э.Баумана. Напомним, в январе этого года Денис Мантуров посещал этот центр, где ознакомился с разработками университета в области перспективных устройств обработки информации, нанофотоники, биосенсорики, одномолекулярных секвенаторов и органов на чипе.

Оптические столы необходимы при проведении научных исследований и высокоточных измерений, когда необходимо исключить влияние внешней среды и обеспечить максимальную точность расположения измерительного оборудования.

Отдельно вице-премьеру доложили о проекте производства монокристаллов и продемонстрировали работу установок. «Оптосистемы» производят системы роста искусственных алмазов методом химического осаждения из газовой фазы.

<http://government.ru/news/49845/>

## «ТермоЛазер» может продвинуть в Татарстане аддитивные технологии

Владимирскому Центру лазерных технологий «ТермоЛазер» предложено объединить усилия с соответствующим центром КНИТУ-КАИ (Казань). Об этом Информагентству «Девон» стало известно по итогам заседания совета директоров АО «Татнефтехиминвест-холдинг» в Казани.

Гендиректор «ТермоЛазера» Дмитрий Чухланцев рассказал о технологии термообработки и наплавки металла. Обработка металлических сплавов с помощью мобильных роботизированных комплексов повышает прочность деталей в 2-3 раза. Диодные твердотельные и газоразрядные лазеры обеспечивают максимальную плотность лазерного излучения.

«Мобильный комплекс состоит из робота-манипулятора и диодного лазера, — рассказал докладчик. — Лазерный источник находится на «запястье» робота. Таких решений в мире пока нет. Мы приблизили источник излучения к детали. Это повышает КПД».

«ТермоЛазер» работает с такими предприятиями, как ГАЗ, АвтоВАЗ, КАМАЗ, Новолипецкий металлургический комбинат (НЛМК), Норникель, Северсталь, «Силовые машины», Уральский турбинный завод.

К примеру, владимирская фирма выполнила закалку гребней колес для РЖД. По данным заказчика, износостойкость деталей выросла в 10 раз. Во Владимире обрабатывают также детали для горной, сельскохозяйственной техники, турбонасосов.

Есть опыт и по упрочнению переводников буровых штанг, добавил гендиректор ЦЛТ. Они используются в составе бурильных компаний. В итоге ресурс труб увеличился втрое – до 45 тыс. м. проходки. Заказчиками выступили «Кемеровохиммаш», «Мотовилихинские заводы» (Пермь), завод «Гром» и ПЗТО «Титан».

В лазерном центре также освоили наплавку металла и аддитивные технологии. «Данная тема актуальна в условиях закрытия импортных поставок, — отметил докладчик. — Наплавка позволяет восстанавливать детали, ранее поставленные из США и Германии».

«С помощью металлических порошков получаем сразу идеальные шарики, которые можно использовать для 3D печати, — продолжил Дмитрий Чухланцев. — Работаем с вольфрамом (это один из самых сложных материалов) и с тугоплавкими материалами. Например, тантал нужен для медицинской промышленности».

«В наш фонд поступает много заявок по обработке металлов, — добавил директор Инвестиционно-венчурного фонда Татарстана Айнура Айдельдинов. — Например, если в сельском хозяйстве используем для плуга отечественный металл, то его хватает на один сезон. А если металл из Испании...».

При этом он добавил, что не считает отечественный металл плохим. Однако изделия из него требуют дополнительной закалки для использования в некоторых отраслях.

Чухланцев также выступил с идеей создания в Татарстане совместный центра аддитивных технологий для выпуска новых материалов. Продукцию можно будет поставлять предприятиям автомобилестроения и нефтесервиса.

«Проект может быть крайне интересен Казанскому авиационному институту», — отметил гендиректор «Татнефтехиминвест-холдинга» Рафинат Яруллин.

«Мы много говорим об аддитивных технологиях – прокомментировал раис (глава) Татарстана Рустам Минниханов. — У нас есть лазерный центр в КНИТУ-КАИ. Мы вложились, но эффекта не было по этой работе». Он поинтересовался, в каком состоянии находится объект.

«Состояние у центра все такое же, — ответил ректор КАИ Тимур Алибаев. — Загрузки нет... Мы работаем по улучшению сфероидизации порошков, а коллеги уже достигли успехов по другой технологии. С учетом этого попробуем отладить оборудование, чтобы загрузить его».

«Эта компания попала в наше поле зрения уже лет пять назад, — добавил Айдельдинов. — Совместно с КАИ и Технопарком «Идея» рассматриваем возможность создания совместного производства. Университет один не справится. Не нужно повторять ошибок. Причина, почему не сработал этот проект – не было кадров».

Рустам Минниханов предложил объединить усилия с участием лазерного центра КНИТУ-КАИ и Инвестиционно-венчурного фонда РТ.

### Комментарий ИА «Девон»

Подобные технологии уже представляли на заседаниях «Татнефтехиминвест-холдинга» в этом году. Так, в июне ректор Санкт-Петербургского морского университета рассказал о технологии прямого лазерного выращивания изделий для тяжелой промышленности. С помощью 3D-печати можно, в частности, создавать биметаллические части ракет. А инновационные сплавы могут снизить вес оборудования.

А в июле «Информ-Девон» сообщал, что в Росатоме создали мобильные роботизированные комплексы для 3D-печати. С их помощью ремонтируют технику в труднодоступных местах. В РФ освоены также технологии селективного лазерного сплавления (SLM) и электронно-лучевой проволоочной наплавки (EAM).

Кроме того, в КНИТУ-КАИ разработана установка для плазменной обработки порошков. Также ВУЗ планирует наладить с Росатомом совместное производство плазматронов.

[https://iadevon.ru/news/neftemash/%c2%abtermolaz er%c2%bb\\_mozhet\\_prodvinut\\_v\\_tatarstane\\_additivnie\\_tehnologii-15100/](https://iadevon.ru/news/neftemash/%c2%abtermolaz er%c2%bb_mozhet_prodvinut_v_tatarstane_additivnie_tehnologii-15100/)



# ФОТОНИКА

МИР ЛАЗЕРОВ И ОПТИКИ

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

**26–29 марта 2024**

Лазерная ассоциация и АО «Экспоцентр» ежегодно проводят в Москве форум лазерно-оптической отрасли. Он объединяет выставку лазерной, оптической и оптоэлектронной техники и работающий одновременно с ней Конгресс, включающий в себя научно-практические конференции 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 преумножит традиции.**

**Участников и посетителей ждёт обширная экспозиция  
и насыщенная деловая программа.**

**26–29 марта 2024г. должны быть отмечены особо вашим рабочем календаре, коллеги! Это дни нашей общей встречи в Москве, в навильоне «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