



Признанный лидер 3D-качества!

Компания «Лазерные системы», член Лазерной ассоциации в Северо-Западном регионе России, получила награду за качество производимого оборудования от Правительства Санкт-Петербурга



Почётный знак «За качество товаров (продукции), работ и услуг» и Диплом за победу в номинации «Лучшее промышленное предприятие с численностью от 101 до 250 работников» председателю совета директоров АО «Лазерные системы» *Алексею Борейшо* вручил вице-губернатор Санкт-Петербурга *Кирилл Поляков*.

Торжественное награждение победителей состоялось в конце ноября в ходе Международного форума «Российский промышленник», где «Лазерные системы» принимали участие в качестве экспонента, представив промышленные 3D-принтеры собственного производства сразу на двух коллективных выставочных стендах – Минпромторга России и Комитета по промышленной политике и инновациям Санкт-Петербурга. Были продемонстрированы две установки из линейки 3D-оборудования Компании: 3D-принтер М-150 с рабочей областью камеры построения 150x150x150 мм и М-450-S с размерами камеры 250x250x250 мм.

Вице-губернатор *Кирилл Поляков* в своей поздравительной речи со сцены отметил, что все номинанты конкурса – это компании, которыми гордится Санкт-Петербург.

Премия «За качество» ежегодно присуждается на конкурсной основе организациям, зарегистрированным и осуществляющим деятельность на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области за достижение высокого качества товаров и услуг и внедрение высокоэффективных методов менеджмента.

В этом году к участию было представлено 77 заявок от предприятий различных отраслей

промышленности Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Благодаря профессиональному подходу к работе Департамента управления качеством АО «Лазерные системы» под руководством *Екатерины Ченцовой* компания удостоилась самой высокой оценки Правительства и стала победителем среди множества претендентов, получив признание качества выпускаемого на предприятии 3D-оборудования.

В «Лазерных системах» с 2017 года серийно производят высокотехнологичные промышленные 3D-принтеры для печати металлических деталей по технологии SLM. Selective Laser Melting (SLM) – селективное лазерное сплавление, одно из названий технологии аддитивного производства металлических деталей сложных геометрических форм, которые невоз-

В номере:

- **Признанный лидер 3D-качества!**
М.В.Куреша
- **В.В.Тучин – «Ученый года»**
- **НОВЫЕ ЧЛЕНЫ ЛАС.**
 - ▶ ГНЦ РФ АО «НПО Орион»
 - ▶ АО «ОКБ «Астрон»
- **ХРОНИКА.** Лазерная техника на выставке «Здравоохранение-2024»
- **ЛАМ – новый международный журнал серии Nature по оптике**
- **ИНТЕРНЕТ-НОВОСТИ.**
- **Объявление**



можно получить традиционными способами производства. Компания первой среди отечественных производителей аддитивного оборудования подтвердила его российское происхождение, получив заключение Минпромторга. Весь технологический цикл сборки и выпуска готовых 3D-принтеров реализован на собственной производственной площадке «Лазерных систем».

Алексей Борейшо, председатель совета директоров компании, подчеркнул, что вопрос качества на сегодня – самая актуальная повестка для «Лазерных систем», и победа в конкурсе стала возможной благодаря внедренным в компании современным системам менеджмента качества. *«Сейчас отечественное 3D-оборудование по качеству не уступает зарубежным аналогам и обладает важнейшим преимуществом – поддержкой эксплуатантов на всех этапах жизненного цикла – осуществление монтажа и пусконаладочных работ, обучение персонала, помощь в подборе режимов выращивания, сервисное сопровождение. Все это мы предоставляем своему заказчику в отличие от компаний, которые ушли с отечественного рынка, оставив клиентов наедине с проблемами по обслуживанию сложного импортного оборудования»*, – отметил *Алексей Борейшо*.

По мнению представителей АО «Лазерные системы», важнейшим фактором, который в ближайшие годы обеспечит уверенный спрос на аддитивное производство в нашей стране, является то, что сейчас российские производственные компании испытывают объективную потребность в широком ассортименте деталей, узлов и комплектующих, которые ранее импортировались, но сейчас ушли с российского рынка. Аддитивные технологии позволяют полностью решить проблему дефицитных деталей,

поскольку, применяя метод реверс-инжиниринга, когда на основе существующего образца детали создается её точная копия, можно печатать металлические детали, пропавшие с российского рынка, что на практике решает задачу импортозамещения.

Напоминаем, что в апреле 2024 года компания «Лазерные системы» открыла Центр Аддитивных Технологий (ЦАТ) на базе собственной производственной площадки, где предоставляет услуги контрактной 3D-печати для тех компаний, которые испытывают потребность в печати партии определенных металлических деталей. В состав помещений нового ЦАТа вошел сам цех аддитивного производства с линейкой 3D-принтеров и несколько участков – механической постобработки, металлографическая и испытательная лаборатории, подразделение реверс-инжиниринга, а также учебный класс для обучения и практических занятий.

Сейчас в «Лазерных системах» уже готовят персонал для заказчиков, который обучается аддитивным технологиям по собственной многоступенчатой программе компании.



Как отмечает генеральный директор компании *Дмитрий Васильев*, «Лазерные системы» обладают рядом ключевых преимуществ перед, например, китайскими производителями: *«Мы можем предложить более привлекательную цену, программу обучения, сервисное обслуживание, техническое сопровождение по внедрению установки на предприятии, горячую линию — и это все задействовано и успешно работает на заказчика. То есть сейчас мы действительно можем говорить о том, что настало время российского оборудования»*.

М.В.Куреша, АО «Лазерные системы»,
рук. отдела по связям с общественностью и СМИ

Поздравляем коллегу!

10 декабря в Москве были названы новые лауреаты
Национальной премии в области будущих технологий «Вызов».



Справка: Премия «Вызов» приурочена к объявленному в 2022г. Десятилетию науки и технологий, она призвана отмечать прорывные идеи и изобретения, меняющие ландшафт современной науки и жизнь каждого человека. Организатор и учредитель Национальной премии «Вызов» – Фонд развития научно-культурных связей «Вызов». Соучредитель премии – Газпромбанк. Партнёрами выступают ГК «Росатом», Фонд «Росконгресс» и Правительство Москвы.

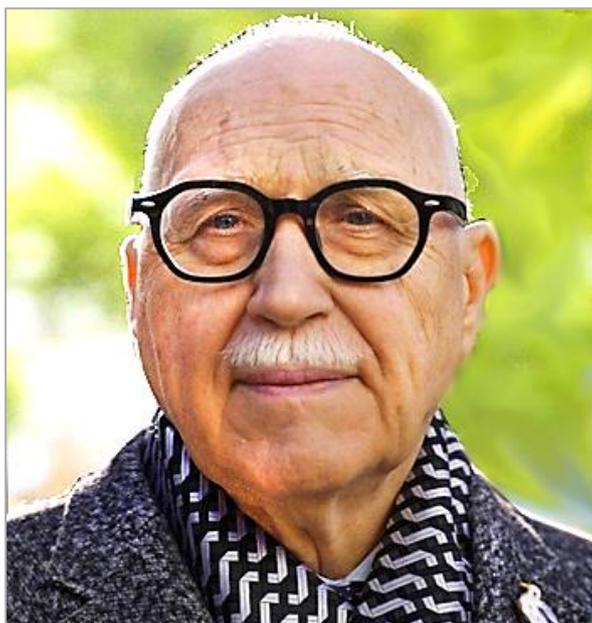
Премия присуждается по пяти номинациям:

- «Перспектива» - за научное достижение, повлиявшее на динамику развития будущих технологий (для учёных до 35 лет)
- «Инженерное решение» - за изобретение, позволившее существенно продвинуть ту или иную технологию
- «Прорыв» - за научное исследование, открывшее путь к созданию будущих технологий
- «Discovery» («Открытие») – международная номинация – за важное открытие, повлиявшее на развитие науки и технологий
- «Учёный года» - за личный вклад в создание будущих технологий и изменения ландшафта науки

Премия «Вызов» в номинации «Учёный года» в 2024г. присуждена члену-корреспонденту РАН, заведующему кафедрой оптики и биофотоники Саратовского госуниверситета **В.В.Тучину** с формулировкой: «За выдающийся вклад в области наук о жизни, а также в новую междисциплинарную область знаний – биофотонику».

Валерию Викторовичу Тучину принадлежат пионерские работы по взаимодействию оптического и терагерцового излучения с биологическими тканями, которые привели к разработке когерентно-оптических и спектральных методов медицинской диагностики и лазерной терапии. Валерий Викторович с сотрудниками развивает концепцию мультимодальности в диагностике, которая основывается на сочетании различных оптических методов с ультразвуковыми, рентгеновскими и магнитно-резонансными томографиями с использованием специфических просветляюще-контрастных агентов.

Публикации В.В.Тучина процитированы уже 42 тыс. раз, его индекс Хирша – 91. В настоя-



щее время В.В.Тучин не только возглавляет одну из наиболее известных кафедр СГУ, но и является руководителем Научного медицинского центра СГУ и куратором стратегического проекта СГУ «Технологии персонализированной медицины» в программе «Приоритет 2030», а кроме того – директором Международного научно-образовательного центра оптических технологий в промышленности и медицине «Фотоника» при СГУ. Широкую международную известность приобрела ор-

ганизованная им конференция по биофотонике «Saratov Fall Meeting», которая ежегодно проходит в Саратове.

Валерий Викторович активно сотрудничает с коллегами в рамках Лазерной ассоциации и российской технологической платформой «Фотоника».

Награда нашла героя, и мы от всей души поздравляем Валерия Викторовича Тучина с присуждением ему Национальной премии «Вызов»!

Совет Лазерной ассоциации
Секретариат РТП «Фотоника»

НОВЫЕ ЧЛЕНЫ ЛАС

Государственный научный центр РФ АО «НПО «Орион»

В.В. Старцев, генеральный директор АО «НПО «Орион», Москва



АО «НПО «Орион» специализируется на разработке и выпуске изделий микрофотоэлектроники для оснащения оптико-электронных систем и комплексов в интересах науки, промышленности, космической и других отраслей. Основные направления деятельности – фотоприемники, фотоприемные устройства, в том числе фотозлектронные модули второго и третьего поколений, работающие в областях спектра оптического излучения от ультрафиолетовой до дальней инфракрасной и выполняемые на основе фоточувствительных полупроводниковых материалов (Si, Ge, CdHgTe, InSb, InGaAs, GaP, AlGaN) и микроэлектронных схем считывания и обработки фотосигнала, в том числе охлаждаемых до криогенных температур. В АО «НПО «Орион» представлены все виды высоких технологий: микроэлектронная, ионно-плазменная, электронно-лучевая, вакуумная, лазерная, молекулярно-лучевая, микрокриогенная и многие другие, обеспечивающие исследования, разработку и выпуск изделий на уровне лучших мировых достижений.

В состав Объединения входят научно-технические центры, которые выполняют весь спектр НИР – от фундаментальных до прикладных исследований – по наиболее актуальным направлениям современной фотоэлектроники.

АО «НПО «Орион» совместно с высшими учебными заведениями осуществляет подготовку высококвалифицированных кадров на базовых кафедрах Московского государственного технического университета радиотехники, электроники и автоматики, Московского физико-технического института (государственного университета), Национального исследовательского

университета «Московский институт электронной техники», а также в аспирантуре и Учебно-производственном центре предприятия.

АО «НПО «Орион» ведет активную научную деятельность, проводит Международную научно-техническую конференцию и выставку по фотоэлектронике и приборам ночного видения, Всероссийский семинар по проблемам теоретической и прикладной электронной оптики, является учредителем и издателем научно-технического журнала «Успехи прикладной физики».

НПО «Орион» имеет славную историю. Она началась с организации в 1946г. в Москве по инициативе тогдашнего Президента АН СССР академика С.И.Вавилова НИИ электронной оптики и инфракрасной техники. В марте 1966г. приказом Министра оборонной промышленности СССР этот Институт был переименован в НИИ прикладной физики, а в 1983 на его базе было создано Научно-производственное объединение «Орион». Постановлением Правительства РФ в 1994г. объединению присвоен статус Государственного научного центра Российской Федерации, и этот статус затем регулярно подтверждается.

Работы сотрудников НИИ и НПО отмечены высшими наградами страны – 48 сотрудников предприятия стали в разные годы лауреатами Сталинских, Ленинских и Государственных премий, премий Правительства СССР и РФ. Приборы и разработки НПО «Орион» отмечены многочисленными медалями, дипломами и специальными призами международных научных обществ, симпозиумов, выставок и салонов инноваций.

ГНЦ АО «НПО «Орион» является ведущей организацией Российской Федерации в области фотоэлектроники, деятельность НПО относится к двум приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в Российской Федерации, из восьми утвержденных указом Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 г. № 899:

- «Информационно-телекоммуникационные системы»;
- «Индустрия наносистем».



и к трём критическим технологиям Российской Федерации из числа утвержденных тем же Указом:

- «Технологии создания электронной компонентной базы и энергоэффективных световых устройств;
- «Технологии получения и обработки функциональных наноматериалов».
- «Технологии диагностики наноматериалов

и наноустройств»

Технологии фотоники и оптико-электронные системы (ОЭС) различного назначения с применением фотоэлектронной элементной базы должны сыграть существенную роль в подъеме России на качественно новый инновационный уровень, что определяет важность целей и задач, стоящих перед ГНЦ РФ АО «НПО «Орион».

Оптико-механическое конструкторское бюро «Астрон»

*В. Серов, заместитель генерального директора - главный конструктор,
АО «ОКБ «АСТРОН», Лыткарино, Московская обл.*

АСТРОН Оптико-механическое конструкторское бюро «АСТРОН» с 2007 года проводит исследования и разработки в области терагерцового и дальнего инфракрасного излучения. Основным направлением деятельности предприятия является разработка и производство тепловизионной и терагерцовой оптики, детекторов, а также приборов на их основе. Разработанные в ОКБ «АСТРОН» изделия используются во многих отраслях промышленности: нефтегазовом секторе, железной дороге, транспортном машиностроении и др.

В разработке и производстве заняты более 230 специалистов – лучшие в своей области конструкторы, инженеры и программисты, обладающие большим практическим опытом и академическим образованием.

В настоящее время АО «ОКБ «АСТРОН» является единственным в России производителем тепловизионной техники, имеющим полный цикл производства – от выращивания монокристаллов оптического германия и изготовления асферической оптики до производства фотоприемных матричных детекторов, блоков электронной обработки и готовых оптико-электронных приборов.

С апреля 2017 года в компании работают установки по производству монокристаллов германия и кремния методом Чохральского, здесь освоены передовые технологии получения монокристаллов германия с повышенной объемной однородностью. Организовано производство полного цикла, включая переработку собственных отходов. Компанией ведется проработка таких направлений как получение кристаллов германия



диаметром до 500 мм с высокой однородностью. Оборудование и технологии компании позволяют изготавливать из таких монокристаллов асферические линзы, которые впоследствии применяются при изготовлении линейки ИК-объективов под брендом «АСТРОН». При изготовлении асферики используются лучшие образцы зарубежного оборудования фирмы Optotech (Германия).

Оптическое производство АО «ОКБ «АСТРОН» состоит из заготовительного и оптического цехов. Оно организовано по принципу максимальной производительности в сочетании со сплошным инструментальным контролем выпускаемой продукции.

В этом году возводящийся сейчас корпус НПК «МБ ФПЦ» оснащается комплексом «чистых» помещений общей площадью 3200 кв.м с необходимым оборудованием – для обеспечения соответствия производства ОКБ «Астрон» стандартам ISO 4-7.

Совокупность имеющегося оборудования позволяет одинаково эффективно выполнять как серийные производственные программы, так и заказы на штучные и мелкосерийные изделия, достигая при этом качества оптических деталей на мировом уровне. Универсальность технологии позволяет обрабатывать не только полупроводники, но и другие оптические материалы (оптическое стекло и кристаллы), что дает АО «ОКБ «АСТРОН» возможность опера-

тивного внедрения постоянно появляющихся новых разработок.

АО «ОКБ «АСТРОН» является постоянным участником крупнейших российских и международных выставок инновационных разработок: «Фотоника. Мир лазеров и оптики», «ChipEXPO», «INTERPOLITEX», «НАЦИОНАЛЬНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ», «Международный военно-технический форум «Армия» и другие.

Наша компания – активный участник общероссийских общественных организаций. Например, она входит в Автономную некоммерческую организацию АНО «Общественный форум «Безопасность на транспорте». Это экспертная площадка, объединяющая профессионалов-разработчиков и производителей высокотехнологичного оборудования для обеспечения безопасности на предприятиях транспорта.

С 2024г. ОКБ «Астрон» – участник Российской технологической платформы «Фотоника» и

коллективный член Лазерной ассоциации.

Общественная деятельность позволяет ОКБ взаимодействовать с органами государственной власти, участвовать в подготовке аналитических докладов, экспертных заключений, а также в проектах текстов законодательных актов с целью создания условий для экономического роста и развития предпринимательства в России.

АО «ОКБ «АСТРОН» сертифицирована в соответствии с системой менеджмента качества ГОСТ Р ИСО 9001-2015 и дополнительным требованиям государственного военного стандарта ГОСТ РВ 0015-002-2021, имеет лицензии Минпроторга на осуществление разработки, производства, испытания, установки, монтажа, технического обслуживания, ремонта, утилизации и реализации вооружения и военной техники и ФСБ России на проведение работ, связанных с использованием сведений, составляющих государственную тайну.

ХРОНИКА

Лазерная аппаратура на «Здравоохранении 2024»



В московском Экспоцентре 2-6 декабря проходил научно-практический форум «Российская неделя здравоохранения». Для лазерщиков из сопутствующих выставок была интересна работавшая в рамках форума

выставка «Здравоохранение».

Что прежде всего бросилось в глаза – это замена роскошных стендов зарубежных производителей во втором павильоне на не менее роскошные стенды отечественных экспонентов. Причем это не только стенды больших предприятий и фирм – таких, как «Алмаз-Антей», «Швабе», но и организаций, ранее довольствовавшихся скромными экспозициями. Как, например, Елатомский «Еламед».

Ожидаемо (по ощущениям – половина экспозиций) на выставке было большое число китайских фирм, представлявших не только свою, но и западную продукцию. Более того, в экспозициях лазерной аппаратуры, представленной на российских стендах, были и аппараты китайского производства (либо использовались китайские лазерные диоды).

Создалось впечатление, что среди экспонатов уменьшилось количество отечественных лазерных аппаратов. Это следствие того, что их производители и дистрибьютеры предпочитают

представлять продукцию адресно – на выставках, сопровождающих профильные конференции, подобные прошедшему неделей раньше в Питере традиционному Венозному форуму «Рождественские встречи».

Так, не была представлена аппаратура от родного мне НТО «ИРЭ-Полюс», питерского «Милон-Лазера», тульского «РИК», «Мелситек» из Дзержинска, московского «Аэролейза» и других, производящих аппаратуру для хирургии. Отсутствовала и экспозиция Росатома, а интересно было бы узнать, закончилась ли регистрация разработанных в Снежинском ВНИИ технической физики аппаратов на основе тулиевых волоконных лазеров, которые экспонировались годом ранее на весенней «Фотонике» на стендах Росатома.

Что же было? Порадовала нижегородская группа компаний «Мадин», представившая две модификации установки «Lightcet» - на 40 и 70 Вт выходной мощности на длине волны 1,9 мкм. В них использованы собственные лазеры на кристаллах (каких, не говорят), активированных тулием, с накачкой лазерными диодами китайского производства. Если, как это указано в проспекте, установка может работать со световодами диаметром 150 мкм, то это хороший лазер.

Компания «Capello Lasers» представила семейство (и не маленькое – в проспекте 13 наименований!) аппаратов для косметологии с лазерами на углекислом газе, Nd:АИГ, диодах,

а также с интенсивными лампами и их комбинациями. Аппараты не уступают западным, выполнены в двух типах корпусов современного вида. Компания - резидент московского технопарка «Слава». Четкого ответа на вопрос, кто же производит собственно лазеры для этих аппаратов, получить не удалось. В августовском интервью программе «Москва 24» было сказано, что аппараты на 60% состоят из отечественных комплектующих. В клипах, представляющих на сайте компании её производство, нет ничего «лазерно-оптического» – платы и корпуса. Ну, лазерные диоды, скорее всего, китайские, а кто производит лазеры на CO₂ и Nd:АИГ для «Лидера импортозамещения 2022»?

Еще один отечественный аппарат был представлен на стенде российской компании с японским названием «Фуджитора». Это двухволновый (35 Вт/0,98мкм+ 20 Вт/1,47 мкм) АСТ Dual Pro от питерской ЦТЛ. На этом же стенде демонстрировался старый знакомый из Беларуси – аппарат «Медиола». Эта же компания представляет в России аппараты для внутривагинального омоложения «Slim Evolution» от италоамериканской «Lasering», а также «More-Xel Aprodit» и «More-Xel СУМА» от южнокорейской «Bison» с CO₂-лазерами. Аналогичные аппараты представила компания «BeatsMed Medical» из КНР.

Кроме этого «Фуджитора» представляет в России два аппарата для сохраняющей популярность высокоинтенсивной лазерной терапии (для нее теперь используют термин «хилтера-

пия») – «BTL-6000 HIL» от «BTL» из Великобритании и «HIRO 3.0» из Италии. На выставке также демонстрировался китайский трехволновый (0,81; 0,98 и 1,06 мкм) аппарат для хилтерапии GBOX-15AB.

Питерская компания MST вновь представила на выставке два аппарата от компании AMI из республики Корея. Это углекислотный лазерный аппарат «BIOXEL» с мощностью до 40 Вт, работающий как скальпель или прибор для фракционного фототермолиза, и лазерная система «Q-MASTER» на основе лазера на АИГ:Nd с модуляцией добротности, способная обеспечить работу на длинах волн 1064; 532; 585; 595; 650 и 660 нм.

Компания «Arcadis» включила в свою экспозицию уже знакомый хирургический аппарат синего диапазона «Tblue» от немецкой A.R.C.

И, как всегда, в павильоне «Форум» были сгруппированы отечественные производители аппаратуры для низкоинтенсивной лазерной терапии – малые предприятия из Москвы, Волгограда, Севастополя, Самары и Челябинска, объединившиеся в группу компаний «Laser Group», а также московское НПО Космического приборостроения и калужский «Бином». Они используют, в основном, лазерные диоды отечественного производства.

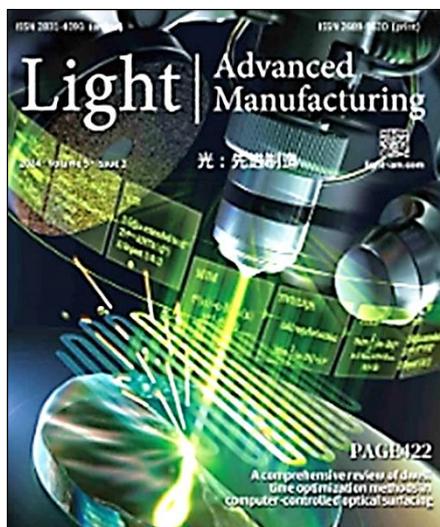
Должен заметить, что нашим профильным компаниям следует подумать об организации производства отечественных мощных лазерных диодов, не уступающих по критерию цена/качество диодам китайского производства.

В.П.Минаев, эксперт ЛАС

«Light: Advanced Manufacturing» (LAM) – новый международный журнал серии Nature по оптике

Light: Advanced Manufacturing (LAM) [1] (Scopus Q1) — это новый, высокоселективный, открытый и бесплатный международный журнал серии Nature по оптике. Первым в этой серии был основан журнал Light: Science & Applications [2] (текущий импакт-фактор 20.6), затем появился eLight [3] (текущий импакт-фактор 27.2), а в 2021 году – LAM.

LAM нацелен на публикацию инновационных исследований во всех современных областях передового производства на



основе использования света, включая фундаментальные и прикладные исследования, а также промышленные инновации.

LAM издается Light Publishing Group и спонсируется Ji hua Laboratory (провинция Гуандун, город Фошань, Китай) в тесном сотрудничестве с CIOMP (Чанчунь, Китай) [4].

Членами редколлегии от России являются чл.-корр. РАН В.В.Тучин (СГУ им. Н.Г.Чернышевского) и профессор Н.В.Петров (ИТМО, С.Пб.).

Темы, представляющие интерес, включают, но не ограничиваются следующими:

- Передовые информационные технологии для производства
- Технологии аддитивного производства
- Передовые материалы: проектирование, изготовление и применение
- Искусственный интеллект для проектирования, изготовления и эксплуатации продукции
- Технологии цифрового производства
- AR, VR и MR: промышленное применение
- Биомедицинские технологии: приборостроение, изготовление и применение
- Прецизионные приборы: проектирование, изготовление и применение
- Технологии, обеспечивающие малый вес оптики
- Изготовление и тестирование крупногабаритной оптики
- Новые инструменты для изготовления (источники света, прецизионная обработка, робототехника)
- Микро- и наноизготовление: инструменты и технологии (фотолитография, электронно-лучевая литография, алмазная токарная обработка, нанопечать, Dip-Pen нанолитография, изготовление 2D-материалов, 2-фотонная литография, прямая лазерная запись, ...)
- Технологии сбора и хранения энергии
- Производство функциональных поверхностей (DOE, метаповерхности, метаматериалы, ...)
- Высокоточная оптическая обработка поверхности (MRF, алмазная токарная обработка, ионно-лучевая обработка, ...)
- Технологии измерения и контроля на линии (NDT, ESA)
- Оценка неопределенности и обеспечение качества (процедуры GUM, 6 процедур, показатели качества)
- Технологии обратного инжиниринга
- Нормы и стандарты
- Применение роботов и автономных транспортных средств
- Дистанционное зондирование

- Интегральная фотоника (технологии, компоненты и устройства)
- Энергоэффективные и экологически чистые фотонные технологии
- Сверхразрешение и сверхширокое поле изображения
- Терагерцовые и микроволновые фотонные технологии в измерениях

Преимущества для авторов

- ✓ Строгий и своевременный процесс рецензирования
- ✓ Профессиональное редактирование и набор текста
- ✓ Diamond Open Access: бесплатная публикация
- ✓ Широкий охват большой глобальной аудитории
- ✓ Система отслеживания рукописей ScholarOne
- ✓ Предполагаемое будущее размещение ссылок на платформе Web of Science (Clarivate Analytics)
- ✓ Онлайн-публикация через 2 недели после принятия
- ✓ Бесплатное включение дополнительных материалов (мультимедийный контент)
- ✓ Награждение самых влиятельных статей на Ежегодной конференции по свету
- ✓ Выделение нового бизнеса и поддержка молодых предпринимателей в распространении своей продукции

Кроме передовых исследований, LAM предлагает комплексный обзор последних технологических достижений в оптической промышленности, охватывающий широкий спектр проектирования, изготовления, тестирования и применения инновационных продуктов, намереваясь устранить пробелы, которые часто существуют при продвижении технологий на рынок.

Ссылки

- [1]. https://www.light-am.com/news/about_the_journal.htm
- [2]. <https://www.nature.com/lsa/>
- [3]. <https://elight.springeropen.com/>
- [4]. <http://english.ciomp.cas.cn/>

Российские члены редколлегии журнала LAM призывают отечественных специалистов читать этот журнал и публиковаться в нём.

ИНТЕРНЕТ-НОВОСТИ

Новый квантовый компас заменит GPS

Новый датчик может быть использован не только для навигации, но и для обнаружения подземных полостей и ресурсов, оптических коммуникаций и квантовых вычислений.

Учёные из Национальной лаборатории Сандия добились значительного прорыва в создании сверхточного датчика движения, который может заменить GPS. Новый датчик, разработанный с

использованием кремниевых фотонных микрочипов, способен обеспечить точность навигации в районах, где сигналы GPS недоступны.

Точная навигация становится проблемой в ре-

альных ситуациях, когда сигналы GPS недоступны, пояснил ученый из Сандиа Чонмин Ли. Используя принципы квантовой механики, новые датчики обеспечивают непревзойдённую точность измерения ускорения и угловой скорости, позволяя осуществлять точную навигацию даже в районах, где отсутствует GPS.

Команда учёных из Сандиа разработала новый высокопроизводительный кремниевый фотонный модулятор, который является ключевым компонентом лазерной системы на микрочипе. Этот модулятор обеспечивает высокую точность измерения ускорения и угловой скорости. «Мы значительно улучшили производительность и можем изготовить сотни модуляторов на одной 8-дюймовой пластине, и ещё больше на 12-дюймовой», — сказал учёный из Сандиа Ашок Кодигала.

Новый датчик может быть использован не только для навигации, но и для обнаружения подземных полостей и ресурсов, а также для оптических коммуникаций и квантовых вычислений.

Команда учёных работает над созданием компактного квантового компаса, который может быть использован в различных приложениях. Они сотрудничают с промышленностью, малым бизнесом, академическими кругами и государственными учреждениями для разработки новых технологий и поддержки запуска продуктов.

Новый датчик использует принципы квантовой механики для обеспечения непревзойдённой точности измерения ускорения и угловой скорости. Он состоит из кремниевого фотонного микрочипа, который содержит лазерную систему и мо-

дулятор. Лазерная система генерирует свет, который проходит через модулятор, где он преобразуется в сигнал, содержащий информацию об ускорении и угловой скорости. Этот сигнал затем обрабатывается и интерпретируется для определения точного местоположения и скорости объекта.



Новый датчик имеет несколько преимуществ по сравнению с традиционными системами навигации. Высокая точность измерения ускорения и угловой скорости позволяет осуществлять точную навигацию даже в районах, где отсутствует GPS. Компактность нового датчика делает его применимым для использования в различных приложениях, включая навигацию, обнаружение подземных полостей и ресурсов, оптические коммуникации и квантовые вычисления. Датчик может быть изготовлен по гораздо более низкой цене, чем традиционные системы навигации, что делает его более доступным для широкого круга пользователей.

Команда учёных из Сандиа продолжает работать над совершенствованием устройства и областями его применения.

<https://www.ixbt.com/news/2024/08/17/novyy-kvantovyy-kompas-zamenit-gps.html>

★ ★ ★

Израильский концерн Rafael представил «лазеромобиль» для борьбы с дронами

Израильский оборонный концерн Rafael анонсировал новую систему для борьбы с беспилотниками. Эта инновационная разработка представляет собой броневую машину, укомплектованную радаром, лазерной установкой и пушкой калибром 30 миллиметров.

Эта система, известная как «лазеромобиль», предназначена в первую очередь для защиты наземных сил ЦАХАЛа от дронов, при этом ее радиус действия является относительно ограниченным. Разработка включает в себя лазерную систему Lite Beam и дистанционно управляемый боевой модуль «Самсон», оснащенный 30-миллиметровой пушкой.

Все эти элементы, вместе с радаром и другой аппаратурой, установлены на бронированном шасси на базе Ford, которое оснащено дизельным двигателем и автоматической коробкой передач. Лазерная система обладает мощностью всего 7,5 киловатт и способна перехватывать цели на расстоянии от 100 до 2000 метров.

Для сравнения, лазеры, используемые в более мощных и дорогих комплексах «Маген Ор» («Световой щит»), имеют мощность более 100 киловатт.

Первые комплексы ожидаются на вооружении израильских сил ПВО уже в следующем году. В то же время статус «лазеромобилей» с системой



Lite Beam остается неопределённым, и пока нет данных о получении первых заказов на эту технологию.

<https://stmegi.com/posts/121170/izrailskiy-kontsern-rafael-predstavil-lazeromobil-dlya-borby-s-dronami/>

Лазерный двигатель разгонит субмарину до скорости звука

Представьте себе подводную лодку настолько быструю, что она может обогнать любую торпеду, предназначенную для перехвата субмарины. Это не фантастика. Китайские инженеры создают новый двигатель, который позволит создать самые быстрые подлодки в мире.

Подход к созданию новой силовой установки абсолютно революционный: он предполагает использование «лазерных пропеллеров».

При этом лазеры мгновенно нагревают воду и создают крошечные взрывы, которые и толкают субмарину вперед. Теоретически такая технология была описана давно. Но реализовать ее не удавалось, потому что любая использующая ее подлодка становилась бы легко обнаруживаемой. Однако китайцы и эту проблему сумели решить.

Использование лазеров в качестве силовых установок было впервые предложено еще в 1972г. для космических аппаратов, пишет издание *Popular Mechanics*. Технология атмосферных путешествий довольно проста и понятна: нижняя часть самолета обрабатывается лазером, который перегревает воздух под ним, создавая плазму, которая взрывает воздух и подбрасывает аппарат вверх. Атмосферный лазерный двигатель был протестирован только на масштабных моделях в контролируемых условиях и пока не привел к созданию реально пилотируемого корабля.

Но метод не забыли. Исследователи из Харбинского инженерного университета предлагают использовать такой «лазерный» метод для сверхбыстрого перемещения объектов под водой. Для этого поверхность субмарины нужно покрыть сетью оптических волокон тоньше человеческого волоса. Затем оптоволокно «пронизывается» лазерными лучами, питаемыми от источника энергии мощностью в 2 МВт.

Лазеры создают плазму, которая испаряет льющую воду, с которой соприкасается, что приводит к появлению тяги. Испарение также создает слой пузырьков, через который подводная лодка может проходить с гораздо меньшим трением, чем через обычную морскую воду.

Такой подводный лазерный двигатель может генерировать до 70 тыс. ньютонов энергии. Чтобы было понятно, это как в сверхзвуковом истребителе или гиперзвуковой ракете.

Инженеры Харбинского университета во главе с профессором считают, что такой двигатель можно установить на китайские подлодки. Теоретически они могут двигаться быстрее скорости звука. Более того, такие двигатели будут абсолютно бесшумными. В отличие от тех, что используются сейчас, в них множество движущихся, а потому громких компонентов: турбины, редукторы, гребные винты.



Такое сочетание скорости и бесшумности делает китайские подлодки неуязвимыми.

На боевом дежурстве в Китае сейчас находятся подлодки типа 094 класса «Цзинь». Они очень похожи на советские «Дельта-3». Однако китайские аналоги миниатюрней и несут меньше вооружения. Западные аналитики рассматривали возможность того, что российское КБ «Рубин» внесло свой вклад в проектирование китайских субмарин, но это предположение не подтвердилось.

Корпуса первых подводных лодок класса «Цзинь» были заложены в начале 2000-х и введены в эксплуатацию в 2021 году. Появление на вооружении китайского ВМФ субмарин типа 094 совпало с появлением универсального десантного корабля типа 075 и эсминца типа 055.

Пекин никогда публично не раскрывал точное количество построенных подводных лодок с баллистическими ракетами. Кроме того, на субмаринах нет видимых корпусных номеров. Так что никто не знает, сколько подлодок «Цзинь» сейчас в китайском ВМФ.

На лодках типа 094 может быть установлено в общей сложности 12 МБР *Julang-2*, запускаемых с подводных лодок. Считается, что эти ракеты несут по одной ядерной боеголовке каждая с дальностью примерно 9000 километров. Возможно, на подлодках также установлены ракеты *Julang-3*, имеющие дальность уже 12 тыс. км. А значит, они способны достигать территории США.

Пекин регулярно использует свои подлодки «Цзинь» для патрулирования в Южно-Китайском море в полном вооружении для ядерного сдерживания США. Однако, как пишет издание *National Interest*, этим субмаринам пока мешает значительный уровень шума, что делает их обнаруживаемыми и подрывает их скрытность. Именно поэтому Китай разрабатывает новые подлодки типа 096, которые будут абсолютно бесшумными.

Вполне возможно, что на них и будет установлен лазерный двигатель. Однако все детали проекта 096 покрыты мраком секретности. Западные аналитики лишь догадываются, что новые субмарины вступят в строй до конца десятилетия.

<https://sypressa.ru/war21/article/431615/>

LCLS-II HE: США увеличит мощность крупнейшего лазера в мире в 3000 раз

В США готовится масштабное обновление самого мощного в мире рентгеновского лазера — Linac Coherent Light Source (LCLS), расположенного в Национальной лаборатории ускорителей SLAC. Это обновление, согласно заявлению Министерства энергетики США, увеличит энергию рентгеновского излучения в 3000 раз, что позволит ученым глубже исследовать процессы на атомном уровне в таких областях, как биология, материаловедение и квантовая физика.

LCLS начал функционировать в 2009 году и стал первым рентгеновским лазером, способным генерировать жесткое или высокоэнергетическое рентгеновское излучение с использованием свободных электронов. В 2023 году объект уже прошел модернизацию под названием LCLS-II, в рамках которой была добавлена сверхпроводящая ускорительная установка и магнитные структуры — так называемые ондуляторы, позволяющие генерировать как мягкие, так и жесткие рентгеновские лучи. Эта модернизация позволила увеличить частоту рентгеновских импульсов до миллиона в секунду.

Министерство энергетики США одобрило новое обновление — LCLS-II HE (High Energy), которое удвоит энергию электронного пучка, исходящего от сверхпроводящего ускорителя, и соответственно удвоит энергию рентгеновских лучей. Обновление LCLS-II-HE предполагает установку 23 новых крио-

модулей, каждый из которых содержит восемь сверхпроводящих радиочастотных полостей. Эти модули разрабатываются в сотрудничестве с национальными лабораториями Ферми и Джефферсона, и их установка запланирована на 2026г.

Первый модуль, разработанный как прототип на основе запасных компонентов от проекта LCLS-II, уже был изготовлен и отправлен на объект. Как сообщается, установка нового оборудования позволит LCLS-II HE впервые на столь высокой частоте повторения выйти на режим жесткого рентгеновского излучения.

Ожидается, что установка завершится к 2027 году, хотя окончание работ может затянуться до 2030 года. После завершения основных работ начнется этап ранних научных экспериментов с участием широкой научной общественности. Однако модернизация не означает, что LCLS-II остановит работу — обычный ускоритель продолжит функционировать и предоставлять возможности для научных исследований.

Модернизация LCLS-II-HE значительно повысит точность и чувствительность исследования атомных движений в материалах, химических системах и биологических комплексах. Это позволит решать критически важные задачи в науке, открывая новые горизонты в понимании процессов на атомном уровне.

<https://www.securitylab.ru/news/552493.php>

★ ★ ★

Физики ИТМО научились закручивать электроны для проведения ускорительных экспериментов

Ученые ИТМО первыми в мире разработали метод закручивания электронов с помощью луча лазера. Новая методика открывает перспективы для проведения экспериментов с закрученными электронами в коллайдерах, что раньше считалось невозможным. Открытие позволит узнать больше о структуре и поведении протонов и нейтронов, из которых состоит ядро атома, а также природе кварков — одних из мельчайших известных на сегодня частиц материи. Результаты исследования были опубликованы в статье в журнале Physical Review A.

Электроны проявляют себя и как частицы, и как волны, а значит, могут принимать разные формы, из-за чего меняются их свойства. Одна из возможных «фигур», в которую «трансформируется» электрон, — винт. Частица закручивается вокруг самой себя по спирали. Именно такие электроны физики и называют закрученными. Такие частицы уже использовали в экспериментах на электронных микроскопах. Но ученые надеются изучить их свойства и в экспериментах в ускорителях — установках, где электроны под действием электрических и магнитных полей разгоняются до гораздо больших энергий, то есть движутся быстрее и с большей силой воздействуют на окружающие частицы. Эти исследования позволят расширить наши знания о материи.

Обычно электроны закручивают с помощью спе-

циальных решеток. Частицы проходят через нее и принимают форму «винта». Однако этот метод работает только с не очень быстрыми электронами. В ускорителях электроны движутся значительно быстрее «обычных», поэтому и закрутить их «стандартным» способом не получится. Для этого нужно использовать решетку с периодом, расстоянием между серединами соседних щелей, меньше атома. Этого не позволяют уже фундаментальные физические и технологические ограничения.

Ученые ИТМО предложили способ закручивать электроны еще до того, как они попадают в ускоритель, и параллельно с этим уже закрученными «загонять» их в установку. Для этого луч лазера сначала пропускают через «закручивающую» фотоны решетку. После эти закрученные частицы света

проходят через кристаллы и становятся ультрафиолетовыми. Затем фотоны «ударяют» по металлической пластинке и «выбивают» из нее электроны, передают им «свойство закрученности» и проталкивают в ускоритель. По расчетам физиков, такой метод будет работать в любых условиях: как в идеальных, когда атом находится на оси луча лазера и закрученность «передается напрямую» с тем же значением, так и в реальных, когда передача закрученности происходит с «погрешностями» сразу несколькими атомам, разбросанным в определенной области.

«Под закрученным электроном мы подразумеваем одну частицу. Но это лишь в теории, в реальности мы наблюдаем за “пучком” таких частиц. И чтобы как можно точнее отследить свойство каждой, необходимо “запустить” в коллайдер максимально мало электронов. Иначе они будут взаимодействовать друг с другом и терять “индивидуальные” характеристики. В итоге мы получим ту же классическую систему. Однако размер «пучков», то есть количество электронов, мы можем регулировать с помощью повышения или понижения интенсивности луча лазера. Размер же каждого отдельного электрона — с помощью длины волны. Поэтому эти эксперименты нужно проводить в режиме маленьких токов, чтобы электроны “влетали” в коллайдер по одному и сохраняли крайне слабое взаимодействие», — объясняет один из авторов исследования, магистрант ИТМО Илья Павлов.

Эксперименты с закрученными электронами позволят узнать больше о том, как «собираются» протоны и нейтроны внутри ядра атома, как они взаимодействуют с другими частицами. Кроме того, ученые предполагают, что благодаря новым данным, полученным в ходе экспериментов, им удастся приблизиться к пониманию природы кварков.

Сейчас главная цель ученых — протестировать метод на практике. Коллеги физиков ИТМО из Объединенного института ядерных исследований в Дубне работают над установкой для эксперимента — устанавливают решетку на лазер, «подводят» его к ускорителю электронов и налаживают систему «связи» между ними. «Запустить» закрученные электроны в ускоритель планируется до начала следующего года. Кроме того, исследователи намерены продолжить теоретическую работу. В усложненной модели метода будет учитываться факт передачи энергии от света не только электрону, но и ядру атома. Так модель станет более точной и приближенной к реальным условиям.

Исследование проводилось в рамках гранта РФФИ группой ученых из ИТМО под руководством доктора физико-математических наук, ведущего научного сотрудника физического факультета ИТМО *Дмитрия Карловца* кандидатом физико-математических наук *Алисой Чайковской* и магистрантом ИТМО *Ильей Павловым*.

Ксения Десяткова

<https://news.itmo.ru/ru/news/13956/>

★ ★ ★

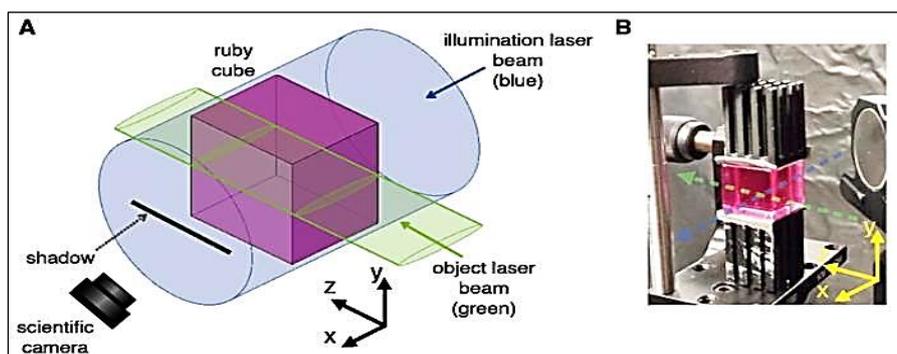
Физики обнаружили, что сам свет может отбрасывать тень

В необычном эксперименте исследователи показали, что свет может создавать тени не только других предметов, но и светового луча.

В необычном эксперименте физики продемонстрировали, что в определенных условиях лазерный луч может отбрасывать собственную тень. Ученые из Брукгейвской национальной лаборатории направили мощный зеленый лазер через куб из рубина, а затем освещали его сбоку синим лазером. В результате зеленый свет блокировал часть синего света, создавая четкий теневой контур на экране.

Команда утверждает, что эта тень удовлетворяет всем критериям — ее можно увидеть невооруженным глазом, она повторяет контуры поверхности, на которую падает, и точно соответствует форме зеленого лазерного луча. Максимальный контраст тени достигает 22% — эквивалент тени, отбрасываемой деревом в солнечный день.

Эффект возможен благодаря интересным оптическим явлениям. Когда зеленый лазер проходит через рубин, он увеличивает поглощение си-



него света кристаллом. Этот «скрытый» синий свет затем проецирует темный контур на экране, в точности соответствующий зеленому лазерному лучу.

Хотя технически тень отбрасывается не самими фотонами, а связанными с ними квазичастицами, исследователи подчеркивают, что это необычное наблюдение ставит под сомнение наше традиционное понимание тени. Несмотря на кажущуюся парадоксальность, ученые говорят, что это открытие может привести к новым возможностям в области производства, визуализации и освещения.

<https://hightech.fm/2024/11/14/light-shadow>

Первый в России «постоянный» терагерцовый квантово-каскадный лазер помог создать идея 1965 года

Представители Центра научной коммуникации МФТИ сообщили о создании первого в истории нашей страны квантово-каскадного лазера, которые разработчики назвали «постоянным». Такое прозвище ему дано из-за возможности на постоянной основе вырабатывать когерентное терагерцовое излучение в широком диапазоне длин волн, от 3,1 до 3,9 ГГц. И такой лазер может стать основой новых беспроводных систем связи или сенсоров для изучения космоса.

«Создание квантово-каскадных лазеров является крайне сложной технологической задачей. На сегодняшний день небольшое число технологических развитых стран в состоянии решать эту задачу. Почти все этапы создания таких лазеров требуют «рекордов» и под силу лишь топ-командам. Это касается и разработки зонных дизайнов, и выверенного роста полупроводниковых гетероструктур», — пояснил заведующий лабораторией квантово-каскадных лазеров МФТИ Рустам Хабибуллин, чьи слова приводит Центр научной коммуникации вуза.

Квантово-каскадный лазер — это не ноухау инженерной и научной мысли. Их создано большое количество, однако практически все они могут вырабатывать лишь очень короткие импульсы излучения. Причиной этому является тот факт, что они в кратчайшие сроки нагреваются до очень высоких

температур. Российские специалисты оптимизировали конструкцию лазера, которая предотвращает перегрев аппарата за счёт снижения плотности тока примерно на порядок.

В МФТИ отметили, данного результата удалось добиться, когда учёные реализовали идею одного из основоположников квантовой электроники *Александра Прохорова*. Ещё в 1965 году он предположил, чтобы получить лазерное излучение, можно задействовать два фотона и два квантовых перехода. Но на практике реализовать задумку российского учёного было довольно сложно. Воплотить её в жизнь удалось только сейчас.

«Здесь я выделю наших коллег из ФТИ имени Иоффе, которым удалось слой за слоем вырастить 160 переходов-усиливающих модулей, каждый из которых содержит четыре квантовые ямы с толщинами слоев от 3 до 7 нанометров. Длительность роста таких сложных структур превышает 10 часов, и в течение этого времени нужно «выдержать» толщины и состав полупроводниковых слоев с точностью 1-2%», — добавил Хабибуллин.

Использование структур из арсенида галлия и арсенида алюминия и галлия позволило учёным создать лазер, который может постоянно генерировать терагерцовые волны милливаттной мощности в широком диапазоне частот и температур.

<https://trashbox.ru/link/2024-11-25-kvantoviy-lazer>

★ ★ ★

Разработан лазерный принтер для биологических тканей

Микрофиламенты — нити белковых молекул диаметром несколько нанометров — есть у всех живых организмов, клетки которых содержат ядро. Ученый из Китая Лю Хао разработал технологию получения синтезированных микрофиламентов для исследовательских и медицинских целей. Теперь эта технология готова к выходу на европейский рынок.

Клетки наших мышц, сухожилий, соединительных тканей и нервов образуют четкую структуру, придающую организму стабильность и гибкость. Синтезируя подобные ткани в лаборатории, ученые пытаются воспроизвести их расположение, чтобы добиться аналогичного эффекта. В большинстве случаев они достигают этого последовательно: сначала создают искусственный биологически совместимый трехмерный каркас, а затем выращивают на нем клетки. Метод подходит и для создания моделей органов, и для производства искусственного мяса, пишет Phys.org.

Лю придумал новый способ создания каркаса для тканей с чрезвычайно тонкими нитями. В качестве основы он взял обычный желатин. В жидком состоянии его подвергают воздействию лазерного света, превращая в гидрогель. В тех местах, куда луч не попадает, желатин остается жидким. Выборочное воздействие лазера позволяет получать трехмерные гидрогелевые структуры с желаемыми свойствами.

Анализ образцов гидрогеля показал, что структуры состоят из тончайших нитей. По диаметру они соответствуют микрофиламентам биологических

тканей. Поскольку свет лазерного пучка не одинаковый по интенсивности, материал, сквозь который он проходит, отвердевает не равномерно. Жидкие участки окружают более твердые нити. Диаметр тех и других составляет от 2 до 20 мкм. Выращенные в таких каркасах клетки будут обладать структурой, очень похожей на структуру тканей живого организма.

«Оптический феномен, создающий нитевидные микроструктуры в геле, давно известен физикам материаловедов, — сказал Лю, — но до сих пор не применялся в биологии. Мы первые».

Испытав свою технологию и вырастив мышечную и нервную ткани, сухожилия и хрящи, Лю разработал лазерный принтер и получил необходимые разрешения для его продажи на территории Швейцарии.

Ученые из США напечатали в этом году ткани коры мозга и полосатого тела на 3D-принтере. Исследователи говорят, что секрет их успеха заключается в особой плотности биочернил и горизонтальной печати, которая позволяет клеткам получать кислород и питание.

<https://hightech.plus/2024/10/31/razrabotan-lazernii-printer-dlya-biologicheskikh-tkanei>

Институт оптики атмосферы им. В.Е.Зуева СО РАН,
Институт физики атмосферы им. А.М.Обухова РАН,
Институт солнечно-земной физики СО РАН
Институт динамики геосфер им. академика М.А.Садовского РАН

**XXXI Международный симпозиум
«Оптика атмосферы и океана.
Физика атмосферы»
8-11 июля 2025 года, Томск**



Симпозиум проводится в соответствии с планом совещаний, конференций и симпозиумов, утвержденным Президиумом Сибирского отделения РАН на 2025 год, и приурочен к 100-летию юбилею академика Владимира Евсеевича Зуева.

В рамках Симпозиума будут работать пять конференций:

- A. Молекулярная спектроскопия и распространение излучения в атмосфере и океане
- B. Исследование атмосферы оптическими методами
- C. Исследование океана оптическими методами
- D. Физика тропосферы
- E. Физика средней и верхней атмосферы

В программу Симпозиума будут включены пленарные, приглашённые, устные и стендовые доклады.

Рабочие языки Симпозиума – русский и английский.

Тексты докладов и заявки на участие в Симпозиуме принимаются до 12 мая 2025г.

Необходимые информационные материалы: сумма организационного взноса, программа будут помещены на сайте Симпозиума в следующих информационных сообщениях.

Руководитель оргкомитета Симпозиума: д.ф.-м.н. Владимир Петрович Лукин

Ученый секретарь Симпозиума: к.ф.-м.н. Лидия Адольфовна Больбасова

Контакты: Томск, Россия, 634055, пл. Академика Зуева, 1
тел. +79609777625, факс: (3822)492086, e-mail: symp2025@iao.ru

«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