

## Преобразователи частоты лазерного излучения на основе сегнетоэлектриков с регулярной доменной структурой. Микро- и нанодоменная инженерия.

*В.Я.Шур, д.ф.-м.н., профессор, Институт физики и прикладной математики Уральского федерального университета, ген. директор ООО «Лабфер», Екатеринбург*



Сегнетоэлектрики представляют собой кристаллы, которые в определенном температурном диапазоне обладают спонтанной поляризацией, направленной в двух или нескольких направлениях, которые могут быть изменены под действием электрического поля. Сегнетоэлектрические домены представляют собой области с однородным направлением спонтанной поляризации. Доменную структуру можно изменять приложением электрического поля. Часто сегнетоэлектрики рассматривают как электрический аналог ферромагнетиков. Однако в отличие от ферромагнетиков в них существует эффект экранирования (компенсации) деполяризующих полей, который позволяет создавать стабильную доменную структуру произвольной геометрии. Эта особенность открывает возможности для доменной инженерии – создания доменных структур определенной геометрии, которые не будут изменяться при работе устройства и позволят улучшить важные для применения свойства. Важно отметить, что таким образом могут быть качественно изменены нелинейно-оптические свойства – за счет создания регулярных доменных структур – и может быть существенно повышена эффективность преобразования частоты лазерного излучения.

Необходимость повышения эффективности преобразования частоты лазерного излучения сформулировал *Peter Franken*, который в 1961

году первым получил в кварце генерацию второй гармоники излучения лазера на рубине. Для повышения эффективности преобразования было предложено использовать фазовый синхронизм, для реализации которого приходилось использовать направление распространения излучения в кристалле с малым нелинейно-оптическим коэффициентом. Уже в 1962 году нобелевский лауреат *Nicolas Bloembergen* в знаменитой статье своей группы предложил реализовать фазовый квазисинхронизм, который позволял использовать максимальный нелинейно-оптический коэффициент. Для этого нужно было изготовить стопу пластинок кристалла толщиной, равной длине когерентности, с чередующимся направлением кристаллографических осей. Толщина пластинок должна быть порядка 10 мкм, но расчеты показали, что для высокой эффективности преобразования следовало реализовать воспроизводимость дисперсии пери-

### *В номере:*

- Преобразователи частоты лазерного излучения на основе сегнетоэлектриков с регулярной доменной структурой. Микро- и нанодоменная инженерия. *В.Я.Шур*
- Деловая программа выставки «ФОТОНИКА-2025»
- **ИНТЕРНЕТ-НОВОСТИ. Объявление**

ода не более 20 нм, что в то время было практически невозможно. В 1964 году *R.C. Miller* предложил использовать для преобразования частоты регулярную сегнетоэлектрическую доменную структуру из периодических пластинчатых доменов. Идея представлялась вполне плодотворной, но для ее практической реализации понадобилось развить новую технологию – доменную инженерию.

Доменная инженерия представляет собой создание стабильных доменных структур с заданной конфигурацией в коммерчески доступных сегнетоэлектриках для улучшения важных для применения характеристик. Идею улучшать свойства сегнетоэлектриков «за счет создания стабильных доменных структур определенной геометрии» выдвинули в 1975 году *Robert E. Newnham* и *L. Eric Cross*. Они обсуждали возможность изменения свойств кристалла путем создания «доменов, которые не должны переключаться во время работы устройства». Основная обсуждаемая область применения была связана с пьезоэлектрическими устройствами. Авторы считали, что доменная структура должна быть добавлена в список факторов, которыми можно манипулировать вместе с граничными условиями и конфигурациями электродов. Они указали, что возникновение доменных стенок «обычно считается помехой, которая ухудшает производительность пьезоэлектрического осциллятора, но это не обязательно так». Они заявляли, что «если доменная структура правильно спроектирована, спектр резонансной частоты можно настроить для усиления или устранения определенных мод. Обычно запрещенные моды могут быть сгенерированы таким образом, и очень высокочастотные моды становятся возможными». Они предположили, что правильно изготовленная доменная структура позволит контролировать спектр резонансных частот и генерировать высокочастотные моды в пьезоэлектрических устройствах.

Впервые регулярную доменную структуру с полупериодом равным корреляционной длине для реализации фазового квазисинхронизма удалось создать в 1980 году *Feng Duan* и *Nai-Beng Ming* в кристалле ниобата лития. Они использовали выращивание методом Чохральского кристаллов ниобата лития, легированных иттрием, при управляемых периодических колебаниях температуры, вызванных смещением оси вращения кристалла от оси симметрии температурного поля. Искусственно контролируемые периодические изменения состава (слои роста) привели к образованию стабильной периодической доменной структуры. Фазовый квазисинхронизм для нелинейного оптического коэффициента  $d_{33}$  был приблизительно реализован и наблюдалось усиление генерации второй

гармоники более чем на порядок по сравнению с кристаллами той же длины с традиционным фазовым синхронизмом. Позднее было предложено несколько других методов создания периодических доменных структур – таких как диффузия, протонный обмен и электронный пучок, но все они не удовлетворяли требованиям промышленной технологии.

Важнейший шаг в развитии доменной инженерии произошел в 1993 году, когда *Yamada* и др. осуществили поляризацию тонкой пластины конгруэнтного ниобата лития приложением неоднородного электрического поля с использованием полосовых электродов с периодом 2,8 мкм, изготовленных методом фотолитографии. Получение эффективной генерации второй гармоники в оптическом волноводе открыло путь к промышленному производству устройств с фазовым квазисинхронизмом. *Robert Byer* заявил, что «массовое производство, ставшее возможным благодаря использованию литографии с последующим переключением доменов, позволяет привести к быстрому переходу от нелинейных кристаллов, изготовление которых стоит тысячи долларов, до нелинейных чипов, изготовление которых стоит менее одного доллара за штуку». Однако это оптимистическое предсказание до сих пор не реализовано, поскольку рынок нелинейных кристаллов недостаточно велик.

Сформулируем основные требования к материалам, доменным структурам и технологиям поляризации для изготовления периодически поляризованных сегнетоэлектриков. (1) Необходимо наличие технологии выращивания кристаллов, позволяющей производить пластины высокой однородности и больших размеров (около 3–4 дюймов в диаметре). (2) Доменная структура должна быть абсолютно стабильной в широком диапазоне температур для температурного циклирования с высокими скоростями нагрева и охлаждения и для приложения переменного поля с амплитудами, необходимыми для электрооптических применений. (3) Для эффективного преобразования частоты лазерного излучения необходимы стабильные прецизионные доменные структуры с воспроизводимостью периода менее 20 нм. Реализация этого требования особенно сложна для структур с периодами менее 4 мкм, применяемых для генерации второй гармоники в фиолетовой области спектра. (4) Оптимальное значение порогового электрического поля определяется двумя конкурирующими требованиями. Высокое значение порога затрудняет производство элементов толщиной более 5 мм, необходимой для преобразователей высокой мощности, тогда как низкое значение делает нестабильной созданную доменную структуру. (5) Кристалл должен быть устойчивым к оптическим повреждениям. Эта

проблема обычно решается путем легирования примесями Mg с достаточно высокой концентрацией (обычно 5%), что вызывает проблемы с однородностью параметров, определяющих кинетику доменов.

Микро- и нанодоменная инженерия является быстроразвивающейся областью сегнетоэлектрической науки и технологии, основанной на последних достижениях в экспериментальных и теоретических исследованиях. Пространственная модуляция электрооптических и нелинейно-оптических характеристик сегнетоэлектрических кристаллов путем создания периодической стабильной доменной структуры микронного масштаба успешно используется для изготовления различных фотонных устройств с улучшенными характеристиками. Периодически поляризованные кристаллы ниобата лития, танталата лития, а также семейства титанил-фосфата калия в настоящее время широко используются для генерации второй гармоники, оптической параметрической генерации и параметрического рассеяния света в спектральном диапазоне от 400 нм до 4 мкм, который ограничен только оптическим пропусканием кристаллов. Изменение периода доменной структуры позволяет выполнить условия фазового квазисинхронизма для необходимой длины волны и температуры.

Необходимо помнить, что для достижения высокой эффективности преобразования оптической длины волны структура должна быть воспроизводимой с дисперсией периода менее 20 нм. Создание таких структур требует понимания механизмов эволюции доменов в наномасштабе. Ожидается, что оптимизация технологии периодической поляризации, полученная в результате исследований кинетики доменов, позволит изготавливать одномерные, двумерные и трехмерные структуры для фотонных приложений.

Толщина доменных стенок в сегнетоэлектриках составляет около нескольких элементарных ячеек, что позволяет создавать доменные структуры с наномасштабной точностью. Более того, нет сомнений, что зародыши, представляющие собой строительные блоки доменной структуры, имеют наноразмеры. Долгое время недостаточное пространственное разрешение экспериментальных методов не позволяло визуализировать домены с наномасштабным разрешением. Новая эра науки и применения сегнетоэлектрических доменов стала возможной благодаря появлению методов визуализации доменов с высоким пространственным разрешением. Обнаружена ключевая роль «невидимых» нанодоменов в формировании самоорганизующихся нанодоменных структур. Кроме того, было показано, что параметры доменных структур микронного масштаба определяются эволюцией изолированных нанодоменов и ро-

стом элементарных ступеней на доменных стенках. Формирование самоорганизованных ансамблей нанодоменов было продемонстрировано в сильно неравновесных условиях переключения с неэффективным объемным экранированием поля деполяризации.

В настоящее время кристаллы и волноводы с регулярной доменной структурой используются для изготовления компактных и эффективных преобразователей частоты излучения для волоконных, твердотельных и диодных лазеров. Среди областей применения: научные исследования, лазерные проекторы, лазерное освещение, уличная реклама, лазерные шоу, голография и медицина.

Важно отметить, что рекордная эффективность преобразования частоты позволяет использовать периодически поляризованные кристаллы для волоконных лазеров без резонатора. «ИРЭ Полюс», используя такие кристаллы, производит непрерывные волоконные лазеры мощностью 10 - 20 Вт для генерации красного, желтого и зеленого излучения.

Параметрическая генерация света в ИК диапазоне позволяет реализовать перестройку длины волны излучения в исключительно широком диапазоне в одном преобразователе за счет использования веерной доменной структуры.

Дальнейшее развитие методов доменной инженерии направлено на создание доменных структур с субмикронными периодами. Для этого используются альтернативные методы, среди которых сканирование поверхности кристалла, покрытой слоем резиста, сфокусированными пучками электронов и ионов.

Большой практический интерес представляет создание регулярных доменных структур в монокристаллической пленке ниобата лития, полученной методом ионного скалывания на слое SiO<sub>2</sub>, нанесенном на изолирующую подложку из кремния или ниобата лития (LNOI). Толщина пленок составляет 400 и 700 нм. Сканирование с использованием сканирующего зондового микроскопа позволило впервые получить в пленках стабильную доменную структуру с периодом 110 нм. Эти пленки используются для создания устройств микрофотоники: генераторов второй гармоники, микро-кольцевых резонаторов и волноводов. Преобразование частоты лазерного излучения в пленках ниобата лития с субмикронной доменной структурой позволяет реализовать генерацию второй гармоники и параметрическую генерацию света для излучения обратной волны.

Качественно новые возможности открываются при использовании методов доменной инженерии за счет облучения лазерным излучением без приложения электрического поля (*light-only domain engineering*). Недавно было показано, что сильно сфокусированное инфра-

красное излучение фемтосекундного лазера позволяет реализовать генерацию и рост доменов в объеме сегнетоэлектриков. Эта уникальная технология открывает возможности для изготовления трехмерных фотонных кристаллов.

Следует отметить, что в настоящее время одним из наиболее эффективных применений периодически поляризованных волноводов в ниобате

лития является создание источников запутанных фотонных пар для квантовых коммуникаций.

Исследования кинетики доменной структуры в сегнетоэлектриках успешно проводятся в Уральском федеральном университете, а создание современных преобразователей частоты на основе кристаллов с регулярной доменной структурой производится компанией ООО «Лабфер» в Екатеринбурге.

## Деловая программа

### 19-й международной специализированной выставки «ФОТОНИКА. МИР ЛАЗЕРОВ И ОПТИКИ»

Москва, ЦВК «Экспоцентр», 1-4 апреля 2025г.

1 апреля (вторник)	
<b>10.30–12.30</b> Зал «Южный»	<b>Заседание Совета при руководителе приоритетного технологического направления по фотонике и оптоэлектронике</b> <i>отв. – Д.С.Афанасов</i>
<b>10.30-12.30</b> Зал «Фотон»	<b>Открытое заседание Технического комитета по стандартизации «Оптика и фотоника» Росстандарта (ТК 296)</b> <i>отв. – И.В.Хлопонина</i>
<b>13.00–13.45</b>	<b>Официальное открытие 19-й международной специализированной выставки «Фотоника. Мир лазеров и оптики» («Фотоника-2025»)</b>
<b>14.00–17.00</b> Зал «Южный»	<p style="text-align: center;"><b>Научно-практическая конференция XIII Конгресса ТП «Фотоника»</b></p> <p><b>«Лазерная макрообработка промышленных материалов»</b> <i>Председательствующий – Г.А.Туричин, член Исполнительного комитета ТП «Фотоника», ректор ФГБОУ ВО «СПбГМТУ»</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. «Лазерные и аддитивные технологии для отечественной промышленности» <i>Г.А.Туричин, ФГБОУ ВО «СПбГМТУ»</i></li> <li>2. «Опыт АО «Лазерные системы» в создании режимов для селективного лазерного сплавления порошков чистой меди» <i>А.А.Ким, АО «Лазерные системы»</i></li> <li>3. «Методы повышения производительности технологии прямого лазерного выращивания» <i>К.Д.Бабкин, ФГБОУ ВО «СПбГМТУ»</i></li> <li>4. «Применение лазерных технологий в выполнении промышленных заказов» <i>А.Г.Сухов, ЗАО «РЦЛТ»</i></li> <li>5. «Промышленные лазерные технологии на базе волоконных лазеров ИРЭ-Полюс» <i>Н.В.Грезев, ООО НТО «ИРЭ-Полюс»</i></li> <li>6. «Подтверждение стабильности механических и эксплуатационных характеристик изделий, полученных ПЛВ» <i>Е.В.Земляков, ФГБОУ ВО «СПбГМТУ»</i></li> <li>7. «Лазерное выращивание металлических покрытий» <i>А.Г.Маликов, ИТПМ СО РАН</i></li> <li>8. «Лазерное и ультрафиолетовое излучение в технологических процессах. Комплексные средства защиты» <i>О.А.Крючина, ООО НТО «ИРЭ-Полюс»</i></li> </ol>

	<p>9. «Технология, оборудование и нормативная документация гибридной лазерно-дуговой сварки при строительстве судов, поднадзорных российскому морскому регистру судоходства» <i>В.В.Осипов, ФГБОУ ВО «СПбГМТУ»</i></p> <p>10. «Оценка стабильности технологического процесса лазерной сварки неповоротных стыков обсадных труб статистическими методами контроля» <i>А.В.Толкачева, ООО НТО «ИРЭ-Полюс»</i></p> <p>11. «Технология комбинированной лазерно-индукционной закалки деталей энергетического машиностроения в интересах АО «Силовые машины» <i>А.А.Ивановский, АО «Силовые машины», А.Д.Ахметов, ФГБОУ ВО «СПбГМТУ»</i></p> <p>12. «Восстановление промышленного оборудования с применением технологии лазерной наплавки и упрочнения» <i>А.И.Браславский, ООО «ИРС Лазер Технолоджи»</i></p> <p>13. «Beam Shaping для многомодовых промышленных лазеров» <i>А.В.Ласкин, «АДЛоптика»</i></p> <p>14. Применение лазерных технологий в промышленности: компоненты и комплектующие <i>М.В.Лукьянцев, ООО «Аврора Тех»</i></p>
<p><b>14.00–17.00</b> Зал «Западный»</p>	<p style="text-align: center;"><b>Научно-практическая конференция XIII Конгресса ТП «Фотоника»</b></p> <p style="text-align: center;"><b>«Полупроводниковая фотоника и нанофотоника»</b> <i>Председательствующий – Г.С.Соколовский, главный научный сотрудник ФТИ им. А.Ф.Иоффе, профессор РАН</i></p> <p>1. «Отечественное оборудование и технология МОС-гидридной эпитаксии гетероструктур на основе нитрида галлия для приборов оптоэлектроники и электроники» <i>А.Ф.Цацульников, НТЦ Микроэлектроники РАН</i></p> <p>2. «Компактные источники мощных лазерных импульсов наносекундной и субнаносекундной длительности на основе полупроводниковых гетероструктур для задач дальнометрии и метрологии» <i>С.О.Слипченко, ФТИ им. А.Ф. Иоффе</i></p> <p>3. «Мощные решетки лазерных диодов среднего ИК диапазона» <i>Д.С.Иванов, АО «НИИ «Полюс» им. М.Ф. Стельмаха»</i></p> <p>4. «Высокотемпературные фотоприемники на основе InAs(Sb,P) для диапазона длин волн 3÷10 мкм» <i>М.А.Ременный, ФТИ им. А.Ф. Иоффе, ООО «ИоффеЛЕД»</i></p> <p>5. «Современные лазерные компоненты и их применения» <i>С.Н.Соколов, ООО НПП «ИНЖЕКТ»</i></p> <p>6. «Мощные и одночастотные квантовые каскадные лазеры среднего ИК диапазона» <i>Г.С.Соколовский, ФТИ им. А.Ф.Иоффе</i></p> <p>7. «Обсуждение деятельности и актуальных задач РГ19» <i>Г.С.Соколовский, ФТИ им. А.Ф.Иоффе</i></p>
<p><b>14.00–17.00</b> Зал «Фотон»</p>	<p style="text-align: center;"><b>Научно-практическая конференция XIII Конгресса ТП «Фотоника»</b></p> <p style="text-align: center;"><b>«Контрольно-измерительные и диагностические технологии фотоники»</b> <i>Председательствующий – С.А.Бабин, член-корр. РАН, директор Института автоматизации и электрометрии СО РАН</i></p> <p>1. «Фундаментальные основы и практическая реализация перспективных методов и аппаратуры для диагностики качества оптических изделий на основе анализа рассеянного лазерного излучения» <i>Д.Г.Денисов, МГТУ им. Н.Э.Баумана</i></p> <p>2. «Оптический дизайн фокусирующей и принимающей оптики для систем контроля толщины тонких пленок при производстве интегральных схем» <i>Е.С.Жимулева, КТИ НП СО РАН</i></p> <p>3. «Измерительные и диагностические методики ЦКП «Спектроскопия и оптика» в ИАиЭ СО РАН» <i>С.Л.Микерин, ИАиЭ СО РАН</i></p>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. «Методология и практические аспекты применения современных методов и средств волоконной оптики для диагностики композитных конструкций» <i>М.Ю. Федотов, Российская инженерная академия</i></li> <li>5. «Интегрированные оптоволоконные сенсоры для измерения деформации и температуры конструкционных элементов из полимерных композиционных материалов» <i>Д.М.Жигунов, Центр инженерной физики, АНО ВО «Сколковский институт науки и технологий»</i></li> <li>6. «Адресные волоконные брэгговские структуры одномерного, двухмерного и трехмерного типов» <i>А.А.Кузнецов, КНИТУ-КАИ им. А.Н.Туполева</i></li> <li>7. «Волоконно-оптические сенсорные системы ИАиЭ СО РАН» <i>И.А.Лобач, ИАиЭ СО РАН</i></li> <li>8. «Современные достижения алгоритмов искусственного интеллекта в распределенных волоконно-оптических сенсорах» <i>А.Ю. Кохановский, Университет ИТМО</i></li> </ol>
<p style="text-align: center;"><b>14.00–17.00</b> Зал «Мраморный»</p>	<p style="text-align: center;"><b>Научно-практическая конференция XIII Конгресса ТП «Фотоника»</b></p> <p style="text-align: center;"><b>«Оптические узлы и компоненты фотоники»</b> <i>Председательствующие – Л.Н.Архипова, АО «Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова»; А.В.Кудряшов, Институт динамики геосфер РАН.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. «Конверсия частоты излучения СО- и СО<sub>2</sub>-лазеров в спектральный диапазон ~2–20 мкм (обзор)» <i>В.В.Бадиков, Кубанский государственный университет</i></li> <li>2. «Принцип выбора нелинейно-оптического кристалла в лазерных системах ИК диапазона» <i>П.Г.Кривицын, ИГМ СО РАН</i></li> <li>3. «Нелинейные фотонные кристаллы на основе сегнетоэлектриков с регулярной доменной структурой» <i>В.Я.Шур, ООО «Лабфер»</i></li> <li>4. «Исследование нелинейных кристаллов бариевых халькогенидов и создание на их основе перестраиваемых параметрических генераторов света среднего ИК диапазона» <i>Н.Ю.Костюкова, ИЛФ СО РАН</i></li> <li>5. «Тонкопленочные поляризаторы лазерного излучения: перспективы сенсibilизации наночастицами» <i>Н.В.Каманина, ГОИ им С.И. Вавилова</i></li> <li>6. «Инфракрасные интерференционные фильтры для спектрального диапазона 2 - 20 мкм» <i>А.Н.Тропин, АО «НИИ Гириконд»</i></li> <li>7. «Диффузионно-легированные структуры LiNbO<sub>3</sub>:Cu для фотовольтаических пинцетов и устройств динамической голографии» <i>С.М.Шандаров, НОЦ «Нелинейная оптика, нанофотоника и лазерные технологии» ФГАОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»</i></li> <li>8. «Технологии обработки деталей оптики и точной механики на станках фирмы ООО «НПО Асферика» <i>Е.М.Захаревич, ООО «НПО Асферика»</i></li> <li>9. «Широкоапертурные комбинированные адаптивные зеркала для мощных импульсных лазеров» <i>В.В.Самаркин, Институт динамики геосфер РАН</i></li> <li>10. «Преобразователи излучения — ключ к эффективному использованию лазеров» <i>В.Ласкин, ADLOPTICA, АО «ЛЛС»</i></li> <li>11. «Эффективность биморфных зеркал для воспроизводства классических аберраций» <i>П.М.Кузьмицкий, Институт динамики геосфер РАН</i></li> <li>12. «Устройство выверки каналов для настройки и поверки многоспектральных оптико-электронных следящих и прицельных систем» <i>Д.А.Бондаренко, АО «РИФ»</i></li> <li>13. «Перспективные пути создания современных адаптивных оптических систем изображающего типа» <i>П.Д.Люй, МГТУ им. Н.Э.Баумана</i></li> <li>14. «Адаптивная оптическая система с ПЛИС в замкнутом контуре в условиях лабораторной турбулентности» <i>А.Л. Рукосуев, Институт динамики геосфер РАН</i></li> </ol>

<p><b>17.00–19.00</b> Зал «Южный»</p>	<p><b>Съезд Лазерной ассоциации</b></p>
<p><b>2 апреля (среда)</b></p>	
<p><b>10.00–12.30</b> Зал «Южный»</p>	<p><b>Пленарное заседание XIII Конгресса ТП «Фотоника»</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. «Государственная политика в области публикации научно-технических результатов» <i>д.т.н. Н.Л.Истомина, зам. академика-секретаря ОФН РАН</i></li> <li>2. «Достижения и перспективы отечественных систем оптической связи» <i>д.т.н. В.Н.Трешиков, ген. директор Группы компаний Т8</i></li> <li>3. «Оптическая сенсорика: современные возможности и практическое использование в Российской Федерации» <i>д.ф.-м.н. О.В.Бутов, зам. директора ИРЭ РАН им. В.А.Котельникова</i></li> </ol>
<p><b>12.30–15.30</b> Зал «Южный»</p>	<p style="text-align: center;"><b>Научно-практическая конференция XIII Конгресса ТП «Фотоника»</b></p> <p style="text-align: center;"><b>«Фотоника в сельском хозяйстве и природопользовании»</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Председательствующий – академик Ю.Н.Кульчин, Председатель Дальневосточного отделения РАН, вице-президент РАН</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Вступительное слово</b> <i>Ю.Н.Кульчин, ФГБУН «ИАПУ ДВО РАН»</i></li> <li>2. <b>«От агробиофотоники до спидбридинга: новые технологии в растениеводстве»</b> <i>Е.В.Журавлева, советник Председателя совета директоров ГК «ЭФКО»</i></li> <li>3. <b>«Искусственное освещение: ключевые стратегии управления биохимическим составом растений»</b> <i>И.В.Князева, ФГБНУ «ФНАЦ ВИМ»</i></li> <li>4. <b>«Проактивный мониторинг и автоматизация сельскохозяйственных технологических процессов на основе методов технического зрения и искусственного интеллекта»</b> <i>А.Л.Ронжин, «СПИИРАН»</i></li> <li>5. <b>«Некоторые аспекты влияния света на растительные клетки»</b> <i>О.Ю.Миронова, МГУ имени М.В. Ломоносова</i></li> <li>6. <b>«Аэрогидрофотоника для ускоренного тиражирования оздоровленного посадочного материала клубневых культур от исходных растений»</b> <i>В.И.Старовойтов, ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г.Лорха»</i></li> <li>7. <b>«Флуоресцентно-скаттерометрический датчик для анализа компонентного состава молока»</b> <i>С.В.Гудков, Центр биофотоники, ФГБУН «ФИЦ ИОФ РАН»</i></li> <li>8. <b>«Многоканальный многопараметрический акустический датчик для характеристики биологических жидкостей»</b> <i>И.Е.Кузнецова, ФГБУН «ИРЭ РАН»</i></li> <li>9. <b>«Когерентный свет – универсальный инструмент биофотоники»</b> <i>А.В.Будаговский, ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина»</i></li> <li>10. <b>«Диагностическое оборудование для оценки структурно-функционального состояния растительной ткани»</b> <i>О.Н.Будаговская, ФГБНУ «ФНЦ им. И.В.Мичурина»</i></li> <li>11. <b>«Практика применения 100% светодиодного освещения в культивационных сооружениях защищенного грунта»</b> <i>Ю.В.Трофимов, «Центр светодиодных и оптоэлектронных технологий НАН Беларуси»</i></li> <li>12. <b>«Оптические методы выявления и идентификации вирусной инфекции сирени»</b> <i>Е.Н.Баранова, АНО ИСР</i></li> <li>13. <b>«Фотобиологический и агрохимический подходы в культивировании ресурсных растений»</b> <i>Н.В.Смирнова, ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН</i></li> <li>14. <b>«Камеры искусственного климата для исследований и выращивания растений производства компании «Лазеры и аппаратура»</b> <i>К.М.Жилин, ООО НПЦ «Лазеры и аппаратура ТМ»</i></li> </ol>

**12.30–15.30**  
Зал «Западный»

**Научно-практическая конференция  
XIII Конгресса ТП «Фотоника»**

**«Волоконные световоды  
и волоконно-оптические компоненты»**

*Председательствующий – С.Л.Семенов,  
руководитель НЦВО РАН (ФИЦ ИОФ РАН)*

1. «Развитие технологий производства телекоммуникационных волоконных световодов в РФ» *Д.С.Танякин, АО «Оптиковолокonné Системы»*
2. «Разработка и производство специальных оптических волокон в ПАО ПНППК» *И.С.Азанова, ПАО «ПНППК»*
3. «Оптоволоконные технологии РФЯЦ-ВНИИТФ» *А.В.Бочков, РФЯЦ-ВНИИТФ*
4. «Полюсы световоды – последние достижения и новые возможности» *А.В.Гладышев, НЦВО РАН (ФИЦ ИОФ РАН)*
5. «SPCVD-технология для специальных оптических волокон» *В.А.Исаев, ИРЭ РАН*
6. «Обзор разработок АО «НПО ГОИ им. С.И. Вавилова» в области создания специальных волоконных световодов для оптических приборов и комплексов» *Е.В.Тер-Нерсесянц, АО «НПО «ГОИ им. С.И.Вавилова»*
7. «Производство синтетического кварцевого стекла – перспективы развития» *И.В.Рясов, ПАО «ПНППК»*
8. «Физические основы и метрологическое обеспечение контроля оптических параметров пассивных волоконно-оптических компонентов в условиях серийного производства» *А.В.Казарьян, АО «ЦНИТИ «Техномаш-ВОС»*
9. «Оборудование Shinho: специализированные решения для работы с оптическим волокном» *Jimmy Shen, Shanghai Shinho Fiber Communication*
10. «Оборудование для изготовления волоконных компонентов методом сплавления» *Р.Р.Кашина, АО «ЛЛС»*
11. (название уточняется) *П.В.Базакуца, ООО «ОПТЕЛ»*

**12.30–15.30**  
Зал «Фотон»

**Научно-практическая конференция  
XIII Конгресса ТП «Фотоника»**

**«Лазерные информационные системы»**

*Председательствующий – А.А.Мармалюк, член Секретариата  
ТП «Фотоника», начальник НТЦ АО «НИИ «Полюс» им. М.Ф.Стельмаха»*

1. «Адаптивный высокоточный контур наведения лазерного луча» *Г.Ю.Харламов, АО «НИИ «Полюс» им. М.Ф.Стельмаха»*
2. «Развитие силовых адаптивных технологий в интересах дистанционной передачи энергии» *В.Ф.Матюхин, РТУ МИРЭА*
3. «Преобразование частоты лазерного излучения на основе каскадных процессов» *В.А.Трофимов, South China University of Technology, China*
4. «Аппаратно-программные модули управления устройствами лазерных систем» *Г.Ю.Харламов, АО «НИИ «Полюс» им. М.Ф.Стельмаха»*
5. «Зарубежные гироскопы: основные параметры и применения» *Т.И.Соловьева АО «НИИ «Полюс» им. М.Ф.Стельмаха»*
6. Квантово-каскадный лазер среднего ИК диапазона для спектроскопии дифференциального поглощения и диффузного рассеяния света *И.Л.Фуфурин, МГТУ им. Н.Э.Баумана  
АО «Центр прикладной физики МГТУ им. Н.Э.Баумана»*

**12.30–15.30**  
Зал «Мраморный»

**Научно-практическая конференция  
XIII Конгресса ТП «Фотоника»**

**«Голографические технологии»**

*Председательствующий – В.Ю. Венедиктов,  
профессор СПбГЭТУ «ЛЭТИ им. В.И. Ульянова (Ленина)»*

1. **«Опыт применения голографических биосенсоров для обнаружения вируса ковида и частиц микропластика»**  
*А.Ф.Смык, ООО «Джеймс Ривер Бранч»*
2. **«Фемтосекундная лазерная модификация показателя преломления в объеме ПММА: механизмы и применения»**  
*С.И.Кудряшов, Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН*
3. **«Одноэкспозиционный поляризационный голографический микроскоп для исследования динамики амплитудно-фазовой поляризационной анизотропии оптических материалов»**  
*А.В.Черных, НИУ ИТМО*
4. **«Возможности имитационного моделирования в лабораторных условиях процесса космологического «старения» фотонов»**  
*Т.А.Лукина, АО «НПО «Государственный институт прикладной оптики»*
5. **«Статистические особенности генерации малофотонных квантовых оптических вихрей для задач квантовых коммуникаций»**  
*Д.Д.Решетников, СПбГУ*
6. **«Лазерные методы создания метаоптических элементов в объеме прозрачных диэлектриков»**  
*П.А.Данилов, Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН*
7. **«Терагерцовые вихревые пучки, сформированные дифракционными оптическими элементами, для задач беспроводной телекоммуникации»**  
*Н.Д.Осинцева, Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН*
8. **«Голографические технологии для изобразительной техники, дифракционной оптики, 3D-печати»**  
*Н.Д.Ворзобова, Университет ИТМО*
9. **«Анализ процессов клеточной гибели с помощью голографической микроскопии и томографии»**  
*И.В.Семенова, Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе*
10. **«Технология измерений и визуализации микрометровых дефектов методом двухдлинноволновой цифровой голографии»**  
*А.П.Погода, БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова*
11. **«Голограммные зеркала для автомобильных проекционных систем»**  
*М.В.Шишова, МГТУ им. Н.Э.Баумана*
12. **«Этапы, результаты и задачи создания голографического TV»**  
*С.А.Шойдин, СГУГиТ*

**15.30–18.00**  
Зал «Южный»

**Научно-практическая конференция  
XIII Конгресса ТП «Фотоника»**

**«Лазерная микрообработка в приборостроении,  
гравировка и маркировка»**

*Председательствующий – О.С.Васильев,  
член Коллегии национальных экспертов Лазерной ассоциации,  
Руководитель отдела поддержки технологий ООО «Лазерный Центр»*

1. **Приветственное слово. «Развитие лазерных технологий: барьеры и новые горизонты»**  
*В.П.Вейко, Университет ИТМО*
2. **«Обзор новых лазерных излучателей производства ИРЭ-Полюс»**  
*С.В.Петров ООО НТО «ИРЭ-ПОЛЮС»*
3. **«Лазерная микрообработка в микроэлектронике и приборостроении»**  
*П.Смирнов, ГК «Лазеры и аппаратура»*
4. **«Лазерные технологии в микроэлектронике»**  
*Д.С.Чехановский, ООО «Лазерный Центр»*
5. **«Лазерная функционализация поверхности металлов: новые применения»**  
*Г.В.Романова, Университет ИТМО*

	<p>6. «Современные методы лазерной гравировки: от традиционной до глубокой 3D-гравировки» <i>Н.А.Афанасьев, ООО «Лазерный Центр»</i></p> <p>7. «Технологическое оборудование для интегральной фотоники и микрообработки материалов» <i>Д.А.Тарванен, АО «ЛЛС»</i></p> <p>8. «Сложности и особенности процессов обработки различных видов материалов пс-импульсами лазерного излучения» <i>С.В.Иоффе, ООО «Нордлэйз»</i></p> <p>9. «Фемтосекундные и пикосекундные лазеры: качественный скачок в развитии лазерных технологий» <i>О.С.Васильев, ООО «Лазерный Центр»</i></p> <p>10. «Применение лазерной литографии в микроэлектронике и фотонике» <i>И.С.Мухин, СПбАУ РАН им. Ж.И.Алфёрова</i></p> <p>11. «Меры государственной поддержки производителей лазерной техники» <i>И.В.Грошев, ООО «ЦНИИ ЛОТ»</i></p>
<p><b>15.30–18.00</b> Зал «Западный»</p>	<p style="text-align: center;"><b>Научно-практическая конференция XIII Конгресса ТП «Фотоника»</b></p> <p style="text-align: center;"><b>«Оптическая сенсорика»</b> <i>Председательствующий – О.В. Бутов, зам. директора по научной работе ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН</i></p> <p>1. «Распределённый акустический датчик с чувствительной линией, удалённой на расстояние 100 км» <i>Д.М.Пономаренко, ООО «Т8 Сенсор»</i></p> <p>2. «Применение DAS систем «Дунай» и «Агидель» в задачах геофизики» <i>Е.П.Спиридонов, ООО «Т8 Сенсор»</i></p> <p>3. «Комбинированный распределённый температурный датчик» <i>Н.В.Никитин, ООО «Т8 Сенсор»</i></p> <p>4. «Оптический рефлектометр в частотной области на лазере ITLA» <i>В.А.Яцеев, ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН</i></p> <p>5. «Синергия инженерии и метрологии распределённых оптоволоконных датчиков» <i>А.Р.Сагирова, ПИШ НГУ</i></p> <p>6. «Распределённые волоконно-оптические датчики на основе слабых брэгговских решеток» <i>А.Б.Пнев, МГТУ им. Н.Э.Баумана</i></p> <p>7. «Измерительные волоконно-оптические системы общепромышленного назначения с волоконной брэгговской решеткой (итоги исследований и испытаний)» <i>А.А.Оглезнев, ООО «Инверсия-Сенсор»</i></p> <p>8. «Волоконные брэгговские решетки компании ООО «ЛИКоптика» и устройства на их основе» <i>А.Э.Шуганов, ООО «ЛИКоптика»</i></p> <p>9. «Оптические волокна с массивом волоконных брэгговских решёток для сенсоров и лазеров» <i>С.М.Попов, ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН</i></p> <p>10. «Волоконно-оптические сенсорные системы на основе полупроводниковых нанопокрывтий для контроля параметров агрессивных сред» <i>Д.П.Судас, ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН</i></p>
<p><b>15.30–18.00</b> Зал «Фотон»</p>	<p><b>Круглый стол «Подготовка кадров для отрасли»</b> <i>отв. – М.В.Хорошев</i></p>
<p><b>15.30–18.30</b> Зал «Мраморный»</p>	<p><b>Круглый стол «Российско-китайское сотрудничество в области фотоники»</b> <i>отв. – Чжу Юнь</i></p>

<b>3 апреля (четверг)</b>	
<p><b>10.00–13.00</b> Зал «Южный»</p>	<p style="text-align: center;"><b>Научно-практическая конференция XIII Конгресса ТП «Фотоника»</b></p> <p style="text-align: center;"><b>«Квантовые технологии»</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Председательствующий – С.С.Страуне, заместитель научного директора ООО «МЦКТ», руководитель сектора ЦКТ Физического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>«Оптические квантовые системы»</b> <i>С.С.Страуне или И.В.Дьяконов, ООО «МЦКТ», МГУ имени М.В.Ломоносова</i></li> <li>2. <b>«Computing with quantum fluids of light»</b> <i>Pavlos Lagoudakis, Сколтех</i></li> <li>3. <b>«Интегральная фотоника для генерации солитонов и когерентных вычислений»</b> <i>Д.А.Чермошенцев, ООО «МЦКТ»</i></li> <li>4. <b>«Многомодовые сжатые состояния света и их приложения»</b> <i>П.Р.Шарапова, ООО «МЦКТ»</i></li> <li>5. <b>«Передачик без модуляторов для квантового распределения ключей в городских сетях»</b> <i>Р.А.Шаховой, QRate</i></li> <li>6. <b>«Обзор технологических решений для квантовых технологий: лазерные источники, системы стабилизации частоты и элементы управления лазерным излучением»</b> <i>В.Ю.Михайлов, АО «ЛЛС»</i></li> <li>7. <b>«Нордлэйз: российская разработка и производство лазерных систем. Перспективы использования в области квантовых технологий. От квантовых коммуникаций до охлаждения атомов»</b> <i>Е.Б.Сердюк, ООО «Нордлэйз»</i></li> </ol>
<p><b>10.00–13.00</b> Зал «Западный»</p>	<p><b>Круглый стол «Возможна ли единая компонентная база в фотонике?»</b> <i>отв. – Д.В.Мясников</i></p>
<p><b>10.00–13.00</b> Зал «Фотон»</p>	<p><b>Заседание совета при руководителе приоритетного технологического направления по радиофотонике</b> <i>отв. – М.А.Ладугин</i></p>
<p><b>10.00–13.00</b> Зал «Мраморный»</p>	<p style="text-align: center;"><b>Научно-практическая конференция XIII Конгресса ТП «Фотоника»</b></p> <p style="text-align: center;"><b>«Метрологическое обеспечение фотоники»</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Председательствующий – В.Н.Крутиков, член Исполнительного комитета ТП «Фотоника», главный научный сотрудник ФГБУ «ВНИИОФИ»</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>«Современное состояние метрологического обеспечения технологий и продукции фотоники. (Результаты деятельности в 2024 г., планы на 2025 г.)»</b> <i>И.С.Филимонов, ФГБУ «ВНИИОФИ»</i></li> <li>2. <b>«Современные электронно-оптические камеры ВНИИОФИ для исследования и измерения параметров быстропротекающих процессов»</b> <i>М.В.Канзюба, ФГБУ «ВНИИОФИ»</i></li> <li>3. <b>«Модернизация ГЭТ 205-2013 в части коэффициента передачи модуляции очковой оптики и объективов»</b> <i>Г.Н.Вишняков, ФГБУ «ВНИИОФИ»</i></li> <li>4. <b>«Исследование метрологических характеристик мер угла вращения плоскости поляризации»</b> <i>А.А.Голополосов, ФГБУ «ВНИИОФИ»</i></li> <li>5. <b>«Градуировка рамановских спектрометров и микроскопов по спектральной и фотометрической шкалам»</b> <i>А.А.Юшина, инженер ФГБУ «ВНИИОФИ»</i></li> <li>6. <b>«Унифицированные термоэлектрические элементы для средств измерений мощности лазерного излучения»</b> <i>К.В.Заяц, ФГБУ «ВНИИОФИ»</i></li> <li>7. <b>«Измерители оптической мощности китайского производства в государственном реестре средств измерений»</b> <i>А.С.Пестерева, АО «ЛЛС»</i></li> </ol>

**13.00–16.00**  
Зал «Южный»

**Научно-практическая конференция  
XIII Конгресса ТП «Фотоника»**

**«Оптико-электронные системы и компоненты»**

*Председательствующий – В.В.Старцев,  
генеральный директор НПО «Орион»*

1. «Дорожная карта развития фотоники - вступительное слово»  
*В.В.Старцев, НПО «Орион»*
2. «Задачи и цели работы ЦПЛ» *П.С.Скребнева, НПО «Орион»*
3. «Системы технического зрения в Дорожной карте развития фотоники – состояние работы и цели» *докладчик уточняется*
4. «Телекоммуникационные системы в Дорожной карте развития фотоники – состояние работы и цели» *докладчик уточняется*
5. «Навигационные оптические системы в Дорожной карте развития фотоники – состояние работы и цели» *докладчик уточняется*
6. «Системы отображения информации в Дорожной карте развития фотоники – состояние работы и цели» *докладчик уточняется*
7. «Что мы ждем от Дорожной карты – заключительное слово»  
*А.В.Заблоцкий, ФПИ*
8. «Современные оптико-электронные приборы и компоненты для применения в каналах ГОЭС» *И.О.Бокатый, ООО «СДС»*
9. «Лазерные источники, компактные модули и опто-электрические компоненты для систем LiDAR: технологии и решения для высокоточных дистанционных измерений»  
*Д.А.Тарванен, АО «ЛЛС»*

**13.00–16.00**  
Зал «Западный»

**Научно-практическая конференция  
XIII Конгресса ТП «Фотоника»**

**«Фотоника в медицине и науках о жизни»**

**Открытое заседание РГ9 и НТС по биомедицинской фотонике**

*Председательствующий – А.В.Самородов, член Исполнительного комитета ТП «Фотоника», заведующий кафедрой «Биомедицинские технические системы» МГТУ им. Н.Э.Баумана*

1. «Современные компетенции в фотонике, акустике и наноматериалах для биомедицинских применений»  
*Д.А.Горин, «Сколковский институт науки и технологий», центр фотоники и квантовых материалов*
2. «Прибор для неинвазивной оптической диагностики метаболического профиля человека по анализу выдыхаемого воздуха»  
*И.Л.Фуфурин, МГТУ им. Н.Э.Баумана*
3. «Лазерные системы от 1,9 до 3 мкм для медицинской диагностики и хирургии»  
*Д.А.Назаров, МГТУ им. Н.Э.Баумана*
4. «Перспективы применения лазерных источников субпико- и фемтосекундных импульсов в медицине»  
*В.М.Богомолов, МГТУ им. Н.Э.Баумана*
5. «Лазерная резка как технологическая операция при производстве стентов»  
*Ю.А.Боголюбова, МГТУ им. Н.Э.Баумана*
6. «Изменение оптических свойств биосовместимых полимеров ультракороткими лазерными импульсами»  
*А.В.Горевой, МГТУ им. Н.Э.Баумана*
7. «Рамановская спектроскопия в диагностике заболеваний мужской репродуктивной системы»  
*Е.Н.Римская, Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН (ФИАН).*
8. «Мобильный оптоакустический микроскоп для клинической ангиографии»  
*П.В.Субочев, ИПФ РАН*

<p><b>13.00–18.00</b> Зал «Фотон»</p>	<p><b>Расширенное заседание Совета по оптике и фотонике Отделения физических наук РАН</b> <i>отв. – Андр.В.Наумов</i></p>
<p><b>13.00–16.00</b> Зал «Мраморный»</p>	<p style="text-align: center;"><b>Научно-практическая конференция XIII Конгресса ТП «Фотоника»</b></p> <p style="text-align: center;"><b>«Технологии фотоники для аналитического приборостроения»</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Председательствующий – В.Э.Пожар, начальник отдела НТЦ УП РАН</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. «Мультиспектральные видеосистемы: проблемы картирования и интерпретации спектральных индексов подстилающей поверхности» <i>А.С.Мачихин, НТЦ уникального приборостроения РАН</i></li> <li>2. «Достижения в разработке и производстве отечественных лазеров и лазерных систем (твердотельных, волоконных, гибридных)» <i>Е.Б.Сердюк, ООО «Нордлэйз»</i></li> <li>3. «Мощные импульсные лазеры и экстремальные состояния в современных методах исследования материалов» <i>П.В.Зинин, НТЦ УП РАН</i></li> <li>4. «Синтетический НРНТ-алмаз с центрами окраски NV<sup>-</sup> как перспективный материал фотоники» <i>В.Ф.Лебедев, Гос. университет авиакосмического приборостроения (ГУАП)</i></li> <li>5. «Перспективы и проблемы отечественного аналитического приборостроения» <i>В.Э.Пожар, НТЦ УП РАН</i></li> </ol>
<p><b>16.00–18.30</b> Зал «Южный»</p>	<p style="text-align: center;"><b>Научно-практическая конференция XIII Конгресса ТП «Фотоника»</b></p> <p style="text-align: center;"><b>«Волоконно-оптические линии связи и их комплектующие»</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Председательствующий – О.Е.Наний, профессор МГУ имени М.В.Ломоносова, зам. директора ООО «Т8»</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. «Обзор методов компенсации нелинейных искажений сигнала для высокоскоростных когерентных систем связи» <i>О.С.Сидельников, НГУ</i></li> <li>2. «Опыт реализации проекта молодежной лаборатории фотонных интегральных схем ТУСУР» <i>А.С.Перин, ТУСУР</i></li> <li>3. «Проектирование и изготовление кремниевых интегральных элементов волоконно-оптических применений» <i>В.П.Драчев, Сколтех Центр Инженерной Физики</i></li> <li>4. «Бортовая детерминированная оптическая сеть реального времени» <i>В.М.Новиков, ФАУ «ГосНИИАС»</i></li> <li>5. «Исследование взаимодействия импульсов рефлектометра и когерентных DWDM-каналов» <i>И.К.Якушин, ООО «Т8»</i></li> <li>6. «Влияние колебаний выходной мощности в цепочках эрбиевых усилителей на качество сигнала в DWDM линиях связи» <i>Д.Д.Никифоров ООО «Т8»</i></li> <li>7. «Серийный малогабаритный узкополосный полупроводниковый лазер» <i>А.В.Резников, ООО «Т8»</i></li> </ol>
<p><b>16.00–18.30</b> Зал «Западный»</p>	<p style="text-align: center;"><b>Научно-практическая конференция XIII Конгресса ТП «Фотоника»</b></p> <p style="text-align: center;"><b>«Фотоника в навигации, геодезии и открытых линиях связи»</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Председательствующий – А.Л.Соколов, главный научный сотрудник АО «НПК «СПП»</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вступительное слово А.Л.Соколова</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. «Новый высокочастотный пикосекундный лазер, работающий в широком диапазоне температур, для сети квантово-оптических станций» <i>В.Д.Ненадович, НПК СПП</i></li> <li>3. «Оборудование беспроводной оптической связи для подвижных объектов» <i>А.В.Бакскакова, АО «Мостком»</i></li> <li>4. «Наземный терминал высокоскоростной космической лазерной связи» <i>Р.К.Лозов, НПК СПП</i></li> <li>5. «Волоконно-оптические гироскопы в навигации» <i>А.А.Бабаев, ООО «СДС»</i></li> <li>6. «Формирование специального вида диаграммы направленности ретрорефлектора со спиральной фазовой пластинкой» <i>Г.В.Баишкатов, МГТУ им. Н.Э. Баумана</i></li> <li>7. «Полые уголковые отражатели для космических аппаратов» <i>А.Бордукова, НПК СПП</i></li> <li>8. «Экспериментальное построение полей скоростей обтекания поверхности для повышения качества навигации в верхних слоях атмосферы» <i>Д.В.Софурев, НИУ МЭИ</i></li> <li>9. «Проблемы радиационно-стойких усилителей для космической лазерной связи» <i>О.В.Бутов, ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН</i></li> <li>10. «Технология, архитектура и перспективы развития глобальных квантовых сетей» <i>Е.А.Бояров, НПК СПП</i></li> </ol>
<p><b>16.00–18.00</b> Зал «Мраморный»</p>	<p><b>Круглый стол «Сотрудничество ЛАС с отраслевыми объединениями для развития фотоники как отрасли»</b></p>
<p><b>4 апреля (пятница)</b></p>	
<p><b>10.00–13.00</b> Зал «Южный»</p>	<p><b>Круглый стол «Формирование инструментов взаимодействия «разработчик-производитель» в области научного приборостроения»</b> <i>Организатор – Консорциум «Научное приборостроение»</i></p>
<p><b>10.00–15.00</b> Зал «Западный»</p>	<p style="text-align: center;"><b>Научно-практическая конференция XIII Конгресса ТП «Фотоника»</b></p> <p style="text-align: center;"><b>«Радиофотоника и интегральная фотоника»</b> <i>Председательствующий – М.А.Ладугин, начальник научно-производственного комплекса «Квантовая электроника и радиофотоника» АО «НИИ «Полус» им. М.Ф.Стельмаха»</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. «Прибрежная сотовая сеть волоконно-беспроводной архитектуры с совмещением функций дальней связи и территориальной охраны» <i>М.Е.Белкин, РТУ МИРЭА</i></li> <li>2. «Интегральная фотоника. Современные тенденции рынка: от разработки до тестирования фотонных интегральных схем» <i>Н.Д.Ростовцев, АО «ЛЛС»</i></li> <li>3. «Фотонные интегральные схемы для обработки ШП и СШП радиосигналов: обзор новейших достижений» <i>Р.С.Стариков, НИЯУ МИФИ</i></li> <li>4. «QuantCAD – средство схемотехнического проектирования фотонных интегральных схем и устройств оптоэлектроники» <i>Ф.Д.Киселев, ООО «КвантКАД»</i></li> <li>5. «Российский САПР для инженерного анализа фотонных интегральных схем» <i>В.М.Кириченко, «Т1 Интеграция»</i></li> <li>6. «Гибридная фотонная кремниевая технология как платформа для изготовления бортовых ФИС» <i>В.М.Новиков, ГосНИИАС</i></li> <li>7. «Результаты разработки высококогерентного одночастотного лазерного источника на основе гибридной интеграции активных и пассивных фотонных интегральных схем» <i>Д.Е.Артемов, Компания Т8, МГУ им. М.В.Ломоносова</i></li> </ol>

- |  |  |
|--|--|
|  | <p>8. «Разработка комплекса устройств для передачи радиочастотного аналогового сигнала по оптическому волокну»<br/><i>А.Н.Дорожкин, ООО «ОПТЕХ»</i></p> <p>9. «Лазерные микротехнологии для монолитной пост-интеграции пассивных компонент фотонных интегральных схем»<br/><i>С.И.Кудряшов, ФИАН</i></p> <p>10. «Гомогенная интеграция излучающих структур в кремниевой фотонике»<br/><i>М.С.Ковалев, ФИАН</i></p> <p>11. «Разработка технологии реактивного ионного травления тонкопленочного ниобата лития для производства фотонных интегральных схем»<br/><i>А.А.Козлов, ПАО ПНППК, НИИ радиофотоники и оптоэлектроники</i></p> <p>12. «Проблемы ввода-вывода излучения в высококонтрастные волноводы SOI и их решение»<br/><i>М.А.Ветошкин, ПАО ПНППК, НИИ радиофотоники и оптоэлектроники</i></p> <p>13. «Линейка устройств интегральной оптики на основе ниобата лития»<br/><i>А.А.Журавлев, ПАО ПНППК, НИИ радиофотоники и оптоэлектроники</i></p> <p>14. «Двухдиапазонный планарный спектральный делитель сверхвысокого разрешения»<br/><i>И.А.Ивонин, ООО «ЗНТЦ»</i></p> <p>15. «Разработка моделей пассивных компонентов фотонных интегральных схем»<br/><i>А.А.Никитин, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»</i></p> <p>16. «Исследование улучшения ключевых параметров поверхностного полупроводникового лазерного излучателя за счет оптической инжекционной синхронизации»<br/><i>Д.А.Клюшник, НПОДАР</i></p> <p>17. «Оптоволоконные линии передачи с пассивным оптическим усилением»<br/><i>А.Б.Устинов, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»</i></p> <p>18. «Построение сверхвысокочастотного преобразователя частоты на базе электроабсорбционного модулятора»<br/><i>А.А.Емельянов, КНИРТИ</i></p> <p>19. «Распределенная сеть многопозиционных радиофотонных радаров с возможностью радиовидения»<br/><i>В.В.Кулагин, МГУ им. М.В.Ломоносова</i></p> |
|--|--|

## ИНТЕРНЕТ-НОВОСТИ

### Минпромторг проводит тендер на отечественные кристаллы для диодных лазеров

*Министерство промышленности и торговли РФ заказало разработку отечественных кристаллов для производства полупроводниковых диодов, используемых в системах накачки мощных лазеров, медицинской технике и промышленной 3D-печати.*

Тендер предусматривает выделение средств в размере до 1,1 млрд рублей на разработку технологий изготовления и организацию опытно-промышленного производства квантоворазмерных гетероэпитаксиальных структур на базе отечественных кристаллов и подложек GaAs для диодных лазеров с длиной волны в диапазоне 0,75-0,99 мкм.

В описании тендера говорится, что в настоящее время отечественные аналоги разрабатываемых материалов отсутствуют, а зарубежные аналоги недоступны для поставок и исследований. Внедрение собственных технологий и организация опытно-промышленных производств позволит снизить импортную зависимость предприятий российской радиоэлектронной промышленности и обеспечить созда-

ние отечественных изделий электронной компонентной базы и радиоэлектронной аппаратуры.

Наработка тестовых образцов лазерных диодов должна составлять не менее десяти тысяч часов при температурах от 15 до 30°C. Подтверждение этого параметра будет проводиться по согласованным методикам. Исходное сырье и материалы должны быть российского производства. Применение сырья и материалов иностранного производства допускается в технически обоснованных случаях, с учетом принятых мероприятий по импортозамещению и снижению зависимости от продукции иностранного производства.

<https://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/minpromtorg-provodit-tender-na-otcestvennye-kristally-dlya-diodyx-lazerox>



**Приглашаем вас посетить международную выставку лазерной, оптической и оптоэлектронной техники «Фотоника. Мир лазеров и оптики-2025». Выставка пройдет с 1 по 4 апреля в Москве, в ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР».**

*На выставке будут представлены новейшие решения в области лазерных и оптических технологий для разных отраслей экономики. Компании-участницы продемонстрируют продукцию, позволяющую обрабатывать материалы, передавать информацию с высокой скоростью и точностью, осуществлять диагностику и лечение, обеспечивать безопасность, контроль и навигацию.*

На сегодняшний день уже подали заявки на участие около 200 компаний из России, Беларуси, Армении, Китая. На сайте выставки можно ознакомиться со [списком участников](#).

*В рамках деловой программы выставки запланировано 30 мероприятий – это ставшие уже традиционными научно-практические конференции техплатформы «Фотоника» по различным направлениям работ по фотонике, круглые столы и другие мероприятия, на которых ведущие эксперты отрасли поделятся своим опытом и знаниями с участниками.*



Для посещения выставки  
заранее зарегистрируйтесь на сайте  
<https://www.photonics-expo.ru/ru/visitors/ticket/>  
и получите электронный билет.

**До встречи на выставке!**

«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