ЛАЗЕР ИНФОРМ
Информационный бюллетень ЛАЗЕРНОЙ АССОЦИАЦИИ
ВЫПУСК N 9 (816), май 2026

ФОТОНИКА 12+ МИР ЛАЗЕРОВ И ОПТИКИ

XIV Конгресс российской технологической платформы «Инновационные лазерные, оптические и оптоэлектронные технологии – фотоника»

НПК РГ10 «Фотоника в сельском хозяйстве и природопользовании»

(1 апреля, зал «Фотон»)

Конференция, организаторами которой выступили Лазерная ассоциация и АО «Экспоцентр», собрала представителей ведущих российских институтов и организаций, занимающихся вопросами агробиофотоники и проводящих исследования в этом направлении. В работе конференции приняли участие более 60 ведущих ученых, практиков, представителей бизнеса, которые занимаются исследованиями и внедрением средств фотоники в системы управления развитием растений в открытых и защищенных условиях. Возглавил работу конференции академик, вице-президент РАН *Юрий Кульчин*, один из ведущих российских специалистов в области лазерной физики, взаимодействия лазерного излучения с объектами живой материи, нанотехнологий и оптических измерений.

Мероприятие объединило российских участников от С.Петербурга до Владивостока, вниманию которых было предложено 14 докладов.

Программу открыла доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, руководитель НПП «Селекционно-генетические исследования, клеточные технологии и генная инженерия» *Екатерина Журавлева,* которая рассказала о последних тенденциях и новых технологиях в агробиофотонике, подчеркнула их применимость в закрытых агроэкосистемах от Арктики до Марса, отметила развивающиеся проекты сити-фермерства, а также проекты по агробиофотонике в школах.

Андрей Ронжин, директор Санкт-Петербургского Федерального исследовательского центра РАН, в своем выступлении познакомил с технологиями аэромониторинга и внесения жидких агрохимикатов при выращивании картофеля при помощи беспилотных летательных аппаратов, представил характеристики прототипов отечественных мультикоптеров для описываемых задач и разработанную автономную

В номере:

- **«Фотоника. Мир лазеров и оптики-2026»**
  ▸ **XIV Конгресс технологической платформы «Инновационные лазерные, оптические и оптоэлектронные технологии – фотоника»**
  ⇒ научно-практические конференции РГ10-РГ19
- ***ИНТЕРНЕТ-НОВОСТИ***

платформу обслуживания агродронов. Кроме того, в выступлении были описаны методы и нейросетевые модели для обнаружения, подсчёта и мониторинга состояния рыб в аквакультуре, отличающиеся модифицированной архитектурой с применением авторских блоков, обеспечивающих высокую точность обнаружения и мониторинга состояния рыб в реальном времени в сложных условиях водной среды.

Инна Князева, представлявшая Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, в своем докладе выделила ключевые параметры света, способствующие биосинтезу специализированных метаболитов в растениях томатов, мелиссы, базилика и мяты: синий свет стимулировал вторичный метаболизм, а красно-синий — морфогенез и фотосинтетический аппарат. Кроме этого она поделилась результатами исследования сравнения натриевых и светодиодных ламп, последние из которых значительно снизили содержание нитратов и улучшили ключевые показатели томатов, а также сообщила о положительном влиянии ночного LED освещения на накопление метаболитов в растениях мяты. Она также отметила генотип-специфичность микрорастений томата к спектру света.



Андрей Титенков, также представлявший ФНАЦ ВИМ, рассказал об оптимальных режимах освещения для промышленного выращивания тимьяна. Наилучшим вариантом облучения, согласно проведенному исследованию, оказался красно-синий свет с интенсивностью 300 мкмоль/м²·с.

Андрей Будаговский, заведующий Научно-исследовательской проблемной лаборатории «Биофотоника» МичГАУ, обратил внимание на парадоксы фоторегуляторных реакций растительных клеток. Вместе с коллегами он пришел к выводам, что когерентность света существенно повышает эффективность фоторегуляторных процессов и фотоиндуцированные эффекты могут проявляться в различных спектральных диапазонах, в том числе и в тех, где поглощение света хромопротеидами несущественно, а трансдукция оптического сигнала определяется независимо квантовыми и поле-



выми свойствами возбуждающего излучения.

Еще один доклад от МичГАУ сделала *Ольга Будаговская*, которая рассказала о методе оценки структурно - функционального состояния растений при помощи анализа спекл-изображений. Данный метод ввиду своей чувствительности к динамике внутриклеточных процессов позволяет диагностировать механические повреждения плодов, высыхание листьев, функциональную активность растительных организмов *in situ.* Анализ мерцания спеклов в будущем может позволить оптимизировать параметры лазерной стимуляции растительного организма непосредственно в процессе облучения.

Разработку Центра биофотоники ФГБУН «ФИЦ ИОФ РАН» – активную импульсную систему для измерения эффективности фотосинтеза растений, работающую при естественном дневном освещении – представил *Максим Асташев*. Ученые из этого Центра показали, что система измерения флуоресценции хлорофилла с непрерывным процессом регистрации и последующий анализ временных рядов с помощью биспектрального анализа позволяют реализовать непрерывный контроль состояния растения при естественном освещении.

Ирен Кузнецова из Института радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова РАН сообщила о создании сенсорного устройства измерения влажности воздуха на основе акустического резонатора на волнах в пластинах с использованием чувствительной пленки из мицелия гриба *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst. Была определена оптимальная толщина пленки фугата, равная 1.83 мкм, с которой датчик показывает наилучшую чувствительность к парам воды, а также показано, что датчик наиболее чувствителен к парам воды, менее чувствителен к парам спирта и нечувствителен к парам ацетона.

Виктор Старовойтов (ФИЦ картофеля имени А.Г.Лорха) выступил с докладом о технологии ускоренного размножения миниклубней картофеля в закрытых агросистемах. Разработанная технология представляет собой сочетание множественного черенкования растений на

гидропонном мультипликаторе «Микроплант», выращивания новых регенерантов из черенков, выращивания маточных растений и получение из них верхушечных черенков, последующий сбор миниклубней и получение семян в питомнике. Данный подход позволяет снизить антропогенную нагрузку и повысить экономическую эффективность производства.

Ольга Миронова, представлявшая Ботанический сад МГУ, рассказала о влиянии параметров агротехнологий на качественное выращивание растений. Она сделала обзор влияния на растительные организмы таких факторов как свет, температура, вентиляция, циркуляция, дренаж, качество воды, полив, питание, субстрат.

Екатерина Баранова из АНО «Института стратегий развития» представила новую технологию для идентификации пола двудомного растения гинкго двулопастного *Ginkgo biloba* L. при помощи анализа данных спектральных характеристик отраженного спектра листьев. Технология имеет ограничения, такие как влияние условий произрастания, возраста, различия метаболизма, однако позволяет упростить процесс идентификации по сравнению с существующими методами (ПЦР, подсчет устьиц).

Доклад *Натальи Смирновой* из Института почвоведения и агрохимии СО РАН был посвящен описанию влияния спектрального состава света на накопление вторичных метаболитов пряно-масляничных культур в условиях контролируемого выращивания. Она сообщила, что наибольший эффект на накопление в мяте флавоноидов, каратиноидов и антоцианов оказал красно-синий свет.

Сергей Кожанов (ИАПУ ДВО РАН) рассказал о влиянии поляризованного света на развитие растений пшеницы. Согласно проведенным исследованиям, линейно поляризованный свет вне зависимости от спектрального диапазона излучения способствовал повышению темпов роста растений пшеницы в среднем на 5-10%. Авторы исследования также установили, что листья пшеницы способны преобразовывать линейно поляризованный свет в эллиптически поляризованный, что предположительно может использоваться растениями для более эффективного поглощения такого излучения хиральными хромофорами светочувствительных структур листьев растений.

В заключение академик *Кульчин* поблагодарил всех участников за содержательные и интересные доклады. В очередной раз собравшись на Конгрессе отраслевой техплатформы для обсуждения проблем и новых идей в агробиофотонике, участники отметили новые способы анализа состояния растений, представили технологии ускоренного получения урожая, рассказали о результатах экспериментов по влиянию на растения спектра, интенсивности, поляризации света, а также поделились разработками технологий аэромониторинга и обработки полей при помощи беспилотных летательных аппаратов. Широкий спектр тем докладов конференции позволил аудитории комплексно обозреть ключевые на сегодняшний день направления развития агробиофотоники.

***Е.П.Субботин**, ИА и ПУ ДВО РАН, координатор РГ10*

✶ ✶ ✶

НПК РГ11 «Лазерные информационные системы»

(2 апреля, зал «Витт»)

В работе конференции приняли участие порядка 30 специалистов. Прозвучало 4 доклада, по которым прошли плодотворные дискуссии.

1. *Д.А.Кулаков* (АО «Лазерные системы») выступил с докладом **«Оптико-электронные системы для дистанционного мониторинга приземного слоя атмосферы»,** в котором были рассмотрены особенности технологий создания лидаров, предназначенных для оперативного дистанционного определения скорости и направления ветра на различных высотах и измерения высоты облачности. Такие лидары используются в составе метеорологического оборудования аэропортов, АЭС, комплексов ветровой энергетики. Были представлены характеристики последних разработок компании. В частности, был рассмотрен импульсный ветровой лидар нового поколения ИВЛ-5000 (WINDEX-5000), который является мощным инструментом сбора и создания базы данных для систем вихревой безопасности аэропортов, метеорологических служб и мониторинга экологической обстановки. Были приведены параметры облакомера SKYDEX-15 – компактного метеорологического прибора для измерения высоты нижней границы облаков в диапазоне от 10 до 8000 м. Прибор способен распознавать до трех слоев облаков.

2. *В.А.Трофимов* (МГУ им. М.В.Ломоносова) в докладе **«Влияние слабых дополнительных каскадных процессов на каскадную генерацию третьей гармоники в квадратичной среде»** показал возможность высокоэффективной (более 90%) генерации третьей гармоники в среде с квадратичным нелинейным откликом за счёт каскадных процессов: генерация второй гармоники ($2\omega=\omega+\omega$) и генерация суммарной



частоты (3ω=2ω+ω), которые происходят в условиях большой расстройки их волновых чисел. Важно подчеркнуть, что при этом реализуется фазовый синхронизм для генерации третьей гармоники (3ω=ω+ω+ω).

На основе построенного аналитического решения была показана возможность достижения высокой эффективности утроения частоты, генерации пятой гармоники и понижения частоты для генерации инфракрасного и террагерцового диапазона частот. Использование низкоэффективной генерируемой волны позволяет также реализовать возможность переключения из низкоэффективного в высокоэффективный режим при бистабильном режиме генерации второй гармоники высокоинтенсивных фемтосекундных импульсов. Каскадные процессы также могут позволить выровнять пиковые интенсивности гребенки импульсов лазера в режиме его свободной генерации, что может обеспечить последующее эффективное преобразования их частоты вверх.

3. *М.В.Рузин* (АО «Швабе») представил доклад **«От измерений параметров лазерного излучения к измерениям параметров лазерных систем»**, в котором описал характерные особенности принципов измерения параметров лазерных систем. Была показана необходимость измерения не только параметров лазерного излучения, но и комплекса параметров всей лазерной системы в целом. Сформулированы и обсуждены основные оцениваемые параметры таких систем.

4. *А.С.Усачев*, (АО «Швабе») в выступлении **«Компенсация допплеровского сдвига частоты в двухкоординатном акустооптическом дефлекторе»** рассмотрел результаты анализа проблемы компенсации доплеровского сдвига частоты света, возникающего при двумерном акустооптическом сканировании. Двухкоординатные акустооптические дефлекторы широко используются в лазерных системах, однако последовательное прохождение света через два ортогональных АОД приводит к суммарному частотному сдвигу, достигающему сотен мегагерц. Это критично для применений, требующих стабильной несущей частоты (интерферометрия, квантовая оптика, гетеродинное детектирование).

Современные тенденции миниатюризации оптических систем, повышения скорости сканирования и интеграции акустооптических дефлекторов в сложные оптические тракты делают задачу компенсации доплеровского сдвига особенно важной. В ходе работы был проведен анализ проблемы доплеровского сдвига в двухкоординатных акустооптических дефлекторах и предложены методы его компенсации. Показано, что аналоговый метод позволяет снизить сдвиг частоты до разностной в 40 МГц, а электронный метод в дополнение к аналоговому позволяет снизить нестабильность частоты до ±10 кГц без усложнения оптического тракта. Это делает его предпочтительным для большинства практических задач.

***В.Н.Пашков**, Секретарь РГ 11*

✶ ✶ ✶

НПК РГ12 «Оптико-электронные системы и компоненты»

(2 апреля, зал «Фотон»)

Конференция, модератором которой выступил координатор РГ12 *Д.Г.Кунарев*, начальник Центра АО «ГНЦ НПО Орион», вызвала особый интерес у профессионального сообщества.

Центральные доклады были посвящены стратегии развития фотоники до 2030 года.

Сергей Чумичев (АО «НПО «Орион») представил комплексную аналитическую программу обеспечения технологического суверенитета Российской Федерации в области фотоники – КАП «Фотоника-2030». Докладчик подробно осветил основания для разработки программы, включая поручения Правительства РФ (*М.В.Мишустина, Д.В.Мантурова*) и приказы Минпромторга России, ответственного исполнителя (Департамент радиоэлектронной промышленности Минпромторга России), формат работы (регулярные заседания рабочей группы с участием предприятий, НИИ и вузов, независимая научно-техническая экспертиза проектных предложений, координация с федеральными органами исполнительной власти) и ключевые задачи (разработка и серийный выпуск ключевых продуктов, обеспечение преобладания доли российской фотоники, создание документов стандартизации, высокопроизводительных рабочих мест, передовых промышленных организаций, высокого уровня локализации и разработка нормативных правовых актов). Сценарии развития – критический и прогрессивный, с ак-

центом на техническое перевооружение и деятельность ЦПЛ «Технологии оптоэлектроники и фотоники». Докладчик подчеркнул, что ответственным исполнителем программы является Департамент радиоэлектронной промышленности Минпромторга России, а рабочая группа включает представителей отраслевых предприятий, НИИ и ведущих университетов.

Выступивший вторым *Д.Старых* («Т8») с сообщением **«Оптические компоненты и ПО для их учета»** отметил, что сегодня Комплексная аналитическая программа «Развитие фотоники на период до 2030 года» (шифр «Фотоника-2030»), утверждённая приказом Минпромторга № 4738 от 14 октября 2024 года, представляет собой важнейший документ, нацеленный на обеспечение технологического суверенитета России в одной из ключевых сквозных отраслей. Однако его текущая форма далека от идеала: это громоздкий, трудночитаемый массив таблиц, в котором скрыты не всегда согласованные пожелания десятков участников — от госкорпораций до частных компаний и научных институтов. Возникает насущная потребность превратить эту огромную таблицу в граф-инструмент, который позволит легко читать, анализировать и управлять программой, не теряясь в её противоречиях.

За внушительными цифрами КАП скрывается серьёзная проблема: *«Фотоника — огромная отрасль, и задача создания единого взаимоувязанного и межотраслевого документа объективно непростая»*. Сегодня КАП — это не столько единый план, сколько компиляция разнонаправленных инициатив, где пожелания заказчиков, разработчиков и регуляторов наслаиваются друг на друга, порождая внутренние противоречия. Понять реальные приоритеты, выявить дублирование или пробелы в такой структуре практически невозможно. Решение лежит в математической теории графов. Граф — это абстрактная структура, состоящая из вершин (узлов) и рёбер (связей между ними). Иными словами, это способ представить любую сложную систему как совокупность объектов и их отношений. Именно такой подход способен вдохнуть жизнь в статичные таблицы КАП.

Представим, что каждый элемент программы — будь то конечный продукт (например, «лазерная система материалообработки»), технология («фотонные вычисления»), компонент («оптическое волокно») или даже нормативный документ — становится вершиной графа. Рёбра между ними будут отражать многообразие связей: «является частью», «требует для производства», «разрабатывается организацией», «финансируется из источника», «зависит от технологии». Такой подход позволит:

- *визуализировать всю программу как единую сеть.* Вместо сотен страниц текста мы получим наглядную картину, где сразу видны ключевые «узлы» — наиболее востребованные технологии или самые критичные компоненты, от которых зависит множество других проектов;
- *выявлять скрытые конфликты и дублирование.* Если две разные госкорпорации планируют разработку схожих компонентов, на графе это проявится как две вершины, имеющие идентичные связи с другими элементами. А если у какого-то важного продукта нет связи с источником финансирования или ответственным исполнителем — это сигнал о пробеле в планировании;
- *анализировать критические пути и приоритеты*. Теория графов предоставляет мощные алгоритмы, например, для поиска «бутылочных горлышек» — вершин, через которые проходят почти все связи. Такими узлами могут оказаться критические технологии или материалы, от которых зависит успех всей программы. Их развитие должно стать первоочередной задачей;
- *упростить актуализацию.* Как только меняется статус проекта или появляется новый, изменения вносятся не в громоздкую таблицу, а локально в граф, после чего его анализ можно провести заново в автоматическом режиме.

В докладе *В.С.Попова* (ГНЦ РФ АО «НПО «Орион», МФТИ) был дан обзор текущего состояния исследований и разработок фотоприемных матриц инфракрасного диапазона на основе коллоидных квантовых точек (ККТ), включая основные тренды (многоспектральность, повышенные рабочие температуры, снижение массогабаритных характеристик и стоимости) и преимущества перед традиционными решениями на основе InGaAs и КРТ. Докладчик рассказал о мировых достижениях в области синтеза ККТ, замены лигандов, формирования слоев n- и p-типа, а также о создании гибридно-монолитных ИК-матриц групповым способом на 300-мм пластинах. Особо были отмечены результаты зарубежных и российских разработок: передовые матрицы SWIR-диапазона на основе ККТ с шагом 1,62 мкм и форматом 3064×2040, а также впервые в РФ созданные полноформатные матричные фотоприемники формата 640×512 (шаг 15 мкм) на основе PbS ККТ с расширенным спектральным диапазоном 0,4–2,0 мкм.

А.Л.Соколов (АО «НПК «СПП») представил



обзор текущего состояния и перспектив развития навигационных оптических систем (НОС) в Российской Федерации, а также высказал предложения для включения в программу развития фотоники «Фотоника-2030». Докладчик обозначил ключевые области применения НОС – от космических миссий и авиации до наземного беспилотного транспорта, морской и подводной навигации, специальной техники. Были подробно рассмотрены типы систем (пассивные, активные, интегрированные) и их типичная структура, включая блоки детектирования, подсветки, вычислительные модули и системы ориентации.

На основе аудита существующих отечественных компетенций *А.Л.Соколов* выделил сильные стороны (конструирование, сборочные технологии) и критические слабые стороны: дефицит качественных оптических материалов (класс чистоты 6N+, 7N и выше), радиационно-стойкого оптического волокна, отечественных лазеров и светодиодов требуемой мощности, фотоприемников заданного формата, а также отсутствие развитых технологий фотонных интегральных схем и систем интеллектуальной обработки видеоинформации. Докладчик предложил комплексный сценарий решения проблем технологического отставания, включающий разработку и серийное производство: абсолютных оптических угловых датчиков, гибридных ФЭУ с квантовой эффективностью >50% и джиттером <60 пс, малогабаритных квантово-оптических станций (КОС) и терминалов лазерной связи для глобальных навигационных спутниковых систем и БПЛА, высокоточных лазерных и волоконно-оптических гироскопов с дрейфом нуля до 0,001°/ч, а также мощных лазерных диодов (980 нм) и суперлюминесцентных диодов (1550 нм) на подложках InP с низкой плотностью дислокаций. Была представлена дорожная карта перехода от технологического отставания к лидерству с горизонтом до 2035 года. Результаты работы предполагается реализовать в рамках комплексной программы «Фотоника-2030».

В докладе д.ф.-м-н, зав. лабораторией интегральной оптики на гетероструктурах Физико-технического института им.А.Ф.Иоффе *Г.С.Соколовского* был дан обзор текущего состояния исследований и разработок квантово-каскадных лазеров и детекторов среднего инфракрасного диапазона, все этапы создания которых были выполнены в России. Докладчик рассказал о последних достижениях ФТИ им. А.Ф.Иоффе, включающих демонстрацию мощных квантово-каскадных лазеров на длинах волн 4.5 и 8 мкм с максимально импульсной мощностью свыше 20 Вт и средней мощностью более 400 мВт, квантово-каскадных детекторов с максимальной чувствительностью, превышающей 100 мА/Вт, и одночастотных квантово-каскадных лазеров с внешним резонатором с плавной перестройкой от 7.4 до 8 мкм для лазерного детектирования газов, в т.ч. метана. Результаты были получены в рамках проекта РНФ № 21-72-30020.

Заключение

Преобразование КАП «Фотоника-2030» в граф — это не просто смена формата представления данных. Это шаг к созданию цифрового двойника программы, который позволит в реальном времени отслеживать её состояние, прогнозировать риски и оперативно корректировать курс. В эпоху, когда скорость принятия решений и их обоснованность становятся решающими факторами, такой инструмент из «роскоши» превращается в насущную необходимость. Переход от статичной таблицы к динамическому графу — это путь от управления «вслепую» к управлению на основе точного знания структуры и взаимосвязей внутри сложнейшего технологического проекта, каким и является «Фотоника-2030».

Конференция РГ12 стала важным звеном в выработке согласованных подходов к развитию фотонных технологий, а доклады *С.В.Чумичева* и *Д.Д.Старых* о совершенствовании КАП «Фотоника-2030» задали вектор для ближайших лет: достижение технологического суверенитета, локализация ключевых компонентов и создание передовых промышленных организаций.

***А.В.Наумов**, ОКБ «Астрон», секретарь РГ12*

✶ ✶ ✶

НПК РГ13 «Фотоника в навигации, геодезии и открытых линиях связи»

(2 апреля, зал «Соколов»)

Доклады на конференции отражали тематику, определенную в ее названии: фотоника в навигации, геодезии и открытых линиях связи, при этом большая часть докладов так или иначе касалась космической лазерной связи.

В соответствии с мировым трендом по развитии лазерной связи для созвездия малых космических аппаратов в АО «НПК «СПП» продолжаются работы по разработке соответствующих систем.

В докладах сотрудников АО «НПК «СПП» *М.В.Масловец, Р.К.Лозова* и *В.В.Неткачева*



были рассмотрены наземные терминалы для восходящей линии связи и проанализировано влияние турбулентности атмосферы на параметры передаваемой информации, а также подробно рассмотрена конструкция и специфика применения терминалов лазерной связи в бортовом и наземном исполнении, что вызвало оживленную дискуссию по точностным и эксплуатационным характеристикам изделий. Одним из интересных подходов к обеспечению надежного наведения и компенсации блуждания пучков для высокоскоростной лазерной связи является использование архитектуры шести – восьми лазерных пучков с ортогональными состояниями поляризации.

В докладе *А.М.Малхасяна* («Сколтех»), также посвященном космической лазерной связи, акцент был сделан на использование фотонных интегральных схем и показана их высокая эффективность, что более подробно были рассмотрены в докладе *К.М.Малахова* («Сколтех».

Для решения фундаментальных геодезических задач в АО «НПК «СПП» создан лазерный передатчик для сети квантово-оптических станций с параметрами, которые соответствуют мировому уровню, а температурные условия эксплуатации существенны расширены: от -40°С до +40°С, при этом комплектующие – преимущественно отечественного производства. В докладе *Д.Гафуровой* (АО «НПК «СПП») была проанализирована возникающая тепловая линза, её влияние на пространственные характеристики излучения и способы компенсации с помощью встроенного в резонатор телескопа.

Одной из проблем лазерной дальнометрии в интересах навигационной системы ГЛОНАСС является относительно малая производительность квантово-оптических станций (КОС), что связано с отсутствием ясной погоды над конкретным пунктом. Одним из способов преодоления этой проблемы является создание сети автоматизированных малогабаритных и недорогих станций. Ключевой вопрос при создании таких станций − оптимальный выбор лазерного передатчика, который должен быть недорогим, устойчивым к перепадам температуры и простым в управлении. В докладе д.т.н. *О.В.Бутова* (ИРЭ им. В.А.Котельникова) был проведен подробный анализ различных вариантов волоконных лазеров для обеспечения требований к лазерам в КОС: длительность импульса от 10 до 100 пикосекунд, частота повторения импульсов 1-10 кГц, и главная проблема – энергия в импульсе порядка 1 мДж. Это означает пиковую мощность от 1 МВт до 100 МВт, что является, на первый взгляд, непреодолимым препятствием для волоконных лазеров.

Навигационной тематике уже традиционно был посвящен доклад *А.А.Бабаева* (ООО «СДС»), в котором освещались новые разработки в технологии кремниевой фотоники в компонентах волоконно-оптических гироскопов.

Навигационные проблемы БПЛА в последнее время приобрели весьма актуальное значение. Известная питерская фирма АО «ЛЛС» представила доклад по своим разработкам оптоэлектронных систем и компонент для БПЛА.

Как известно, НПК «СПП» является одним из мировых лидеров по разработке и производству лазерных уголковых отражателей в интересах космической техники. На конференции был представлен доклад *С.Баззаевой*, посвященный разработке оптической мишени, состоящей из сложной конфигурации уголковых отражателей различного размера как составной части системы автоматической стыковки космического аппарата и орбитальной станции, разрабатываемой по заказу РКК «Энергии».



Коллеги из НИУ «МЭИ» (*С.С.Дегоян*) представили доклад, посвященной визуализации течения воздушного потока в разреженной среде. Данная тематика, имеющая важное значение для различных летательных аппаратов, в последние годы развивается на кафедре физики им. В.А.Фабриканта под руководством д.т.н. *Н.М.Скорняковой*.

В целом состоялся полезный обмен мнениями, докладчики ответили на многочисленные вопросы, что подтверждает интерес к обсуждаемым проблемам создания высокоточных оптико-лазерных в интересах навигации, геодезии и лазерной связи.

***А.Л.Соколов**, НПК «СПП», координатор РГ13*

НПК РГ14 «Оптическая сенсорика»

(1 апреля, зал «Фотон»)

На научно-практической конференции «Оптическая сенсорика», собравшей порядка 50 участников, вниманию аудитории было предложено 13 докладов о последних научных и технологических достижениях в области сенсорных технологий. О своих работах рассказали представители современной отечественной промышленности, ведущих научных организаций и университетов. Были затронуты проблемы и достижения в области распределенных волоконных сенсоров, датчиков на основе интерферометров, оптической сенсорики в биомедицине и экологии.

Традиционно программу конференции открывали доклады от группы компаний «Т8», сотрудники которой представили пять докладов. В первом докладе сотрудник компании *Григорий Иванов* представил компактный оптический модуль для распределенное акустического датчика (DAS). Модуль включает в себя узкополосный лазер, оптический модулятор, усилитель, фотоприемник, а также вспомогательную электронику и микроконтроллер. По заявлениям производителя характеристики модуля не уступают решениям на дискретным компонентах, что позволяет создавать на его основе компактные интеррогаторы DAS.

Начальник отдела разработки лазеров «Т8» *Сергей Никитин* рассказал о созданном в этой компании семействе одночастотных высококогерентных лазеров, востребованных в оптической сенсорике, радиофотонике и прецизионной метрологии. Были представлены одночастотные волоконные лазеры с мгновенной шириной лазерной линии менее 2 Гц, виброустойчивые лазерные диоды с внешним резонатором, характеризующиеся мгновенной шириной лазерной линии менее 2 кГц , а также диодные лазеры с самозахватом частоты в резонаторах, выполненных в виде фотонных интегральных схем. Отдельно обсуждался вопрос о методиках измерения фазовых шумов и определении ширины лазерной линии высококогерентных лазерных источников.

В третьем докладе была представлена разработанная в компании «Т8» фемтосекундная лазерная система на титан-сапфире с диодной накачкой, использующаяся в составе автоматизированной установки для модификации прозрачных диэлектриков импульсами длительностью менее 100 фс. Были рассмотрены перспективы применения таких лазерных импульсов для решения актуальных задач сенсорики и интегральной фотоники. Разработку представил *Антон Данилов* в соавторстве с *Константином Акмаровым*.

Четвертый доклад был посвящен применению DAS в задачах геофизики. *Иван Пономарев* продемонстрировал различные конфигурации волокон (прямое, спиральное, трёхкомпонентные якоря), расширяющие набор решаемых задач за счёт изменения диаграммы направленности. Эти конфигурации были успешно использованы компанией «Т8» в совокупности с фазочувствительным рефлектометром с субметровым пространственным разрешением для решения целого ряда геофизических задач.

В заключительном докладе компании, который представил *Иван Почтарев*, был продемонстрирован волоконно-оптический микрофон на базе DAS с использованием искусственных отражателей, записанных в волокне фемтосекундным лазером. Особая конфигурация позволяет менять базы измерения, тем самым регулируя чувствительность и увеличивая динамический диапазон. Предложены метрики для оценки качества микрофона. Применение искусственных отражателей в волокне обеспечило возможность регулировки чувствительность (на 5-6 дБ), бóльший динамический диапазон и бóльшую линейность к сигналу.

Доклад представителя научной организации – ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН – *В.А.Яцеева* был посвящен оптической рефлектометрии в частотной области (OFDR) и методам обработки получаемых сигналов. В частности, было показано, что динамические воздействия на волокно, характерный временной масштаб которых сопоставим со временем перестройки частоты лазера, приводят к нарушению корректности корреляционных методов обработки и возникновению фазовых искажений. Автором предложен метод обработки, позволяющий выделять интегральную динамическую деформацию и компенсировать её влияние на результат измерений. Было также продемонстрировано, что динамические эффекты могут быть интерпретированы как доплеровское искажение частотной шкалы, что открывает возможности как для регистрации быстрых процессов, так и для повышения точности статических измерений.

Алексей Пнев из МГТУ им. Н.Э.Баумана также затронул тему оптических микрофонов. Был рассмотрен принцип их работы, основанный на модуляции оптического сигнала при воздействии акустических волн на чувствительный элемент-мембрану. Для регистрации оптических сигналов было предложено использовать фазочувствительный рефлектометр. Особое внимание уделено преимуществам данных устройств перед традиционными электронными аналогами – полная невосприимчи-



вость к электромагнитным помехам, возможность работы во взрывоопасных зонах, а также высокая чувствительность в широком диапазоне частот. Обоснована перспективность практического внедрения данных систем для задачи охраны периметров.

Институт общей физики им. А.М.Прохорова РАН совместно с ООО «Петрофайбер» в лице *Бориса Горшкова* представили доклад, в котором обсуждался принцип действия распределенных ВОД, основанных на корреляции локальных спектров рэлеевского рассеяния низкокогерентного оптического излучения. Был проведен краткий анализ этой технологии в сравнении с бриллюэновскими рефлектометрами и анализаторами для измерения статических деформаций и температурных изменений. Основное преимущество − простота реализации при сравнимых характеристиках.

Николай Ушаков (Санкт-Петербургского политехнический университет Петра Великого) в своем докладе представил результаты анализа характеристик датчиков статического давления и силы, основанных на волоконно-оптических интерферометрах Фабри-Перо. В работе также было проведено численное моделирование чувствительности датчиков для случая формирования интерферометра Фабри-Перо полой микросферой. Результаты моделирования свидетельствуют о возможности реализации датчиков силы с разрешающей способностью порядка единиц нН и датчиков давления с разрешающей способностью порядка единиц мПа. Экспериментально реализован и протестирован датчик силы на основе стеклянной микросферы.

Еще один доклад от МГТУ им Н.Э.Баумана был сделан *Игорем Фуфуриным*. Были представлены методы инфракрасной спектроскопии в задачах мониторинга парниковых и промышленных газов и рассмотрены технические средства дистанционного измерения с помощью ИК фурье-спектроскопии мощности выброса диоксида серы промышленными предприятиями, продемонстрированы характеристики таких средств. Была описана конструкция, принцип работы и основные технические характеристики недисперсионного инфракрасного газоанализатора NGAP-1, измеряющего концентрацию углекислого газа и воды. Кроме того в докладе был представлен малогабаритный инфракрасный фурье-спектрометр, предназначенный для регистрации концентраций парниковых газов с геостационарной орбиты 500 км по рассеянному солнечному излучению.

Дмитрий Артемьев из Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П.Королева продемонстрировал результаты разработки отечественного лазерного модуля с длиной волны 785 нм и мощностью до 500 мВт – ключевого компонента для рамановской спектроскопии. На основе этого модуля создана мультимодальная диагностическая система, объединяющая рамановскую спектроскопию и цифровую мультиспектральную дерматоскопию с применением глубоких нейронных сетей для автоматической классификации новообразований кожи. Система позволяет проводить неинвазивную экспресс-диагностику без биопсии – непосредственно на приёме у врача.

Теме сенсорики в медицине и биологии был также посвящен совместный доклад от Института физики твердого тела РАН и ООО «ФОТОН-БИО». *Владимир Кукушкин* рассказал о сенсорных системах на основе гигантского комбинационного рассеяния для высокочувствительного и высокоселективного детектирования биологических агентов

Работу конференции завершил доклад сотрудника АО «Новосибирский приборостроительный завод» *Михаила Комбарова*, в котором была представлена волоконно-оптическая система контроля температуры и механической деформации протяженных объектов.

Направление оптической сенсорики, особенно с применением волоконно-оптических технологий, продолжает свое активное развитие, что подтверждается высокой активностью и проявленным интересом участников конференции к данной теме, а также уровнем и количеством представленных докладов, многие из которых вызвали оживленную дискуссию.

***О.В.Бутов**, ИРЭ РАН, координатор РГ14*

НПК РГ 15 «Голографические технологии»

(1 апреля, зал «Витт»)

Конференция состоялась в своем привычном формате, количество участников превысило 30 человек. После вступительного слова председательствующего были заслушаны 7 докладов. Затем в формате общей дискуссии были обсуждены перспективы развития голографии в текущих условиях, а также предстоящая в сентябре 2026г. 21-я ежегодная конференция «Холоэкспо-2026» и вопросы деятельности соответствующей рабочей группы ТП «Фотоника». Кроме того, состоялся обмен мнениями о предстоящих в 2027-м году важных юбилейных датах (100 лет со дня рождения сразу двух основоположников голографии – *Юрия Николаевича Денисюка* и *Эммета Лейта* и 80 лет голографии *Денниса Габора*) и планах по соответствующим мероприятиям.

Доклад профессора *С.М.Шандарова* (ТУСУР, г.Томск) **«Динамические голограммы в диффузионно-легированных структурах на основе конгруэнтных монокристаллов ниобата лития»** был посвящен новым достижениям в традиционной, но от этого не менее актуальной, тематике динамической голографии в фоторефрактивных кристаллах. Среди ряда оригинальных и перспективных решений, представленных докладчиком, особый интерес вызвал новых подход, объединяющий преимущества двух конкурирующих и важнейших для динамической голографии классов сред – фоторефрактивных и жидких кристаллов.

Проф. *Р.С.Стариков* (МИФИ, Москва) в своем докладе **«Нейросетевая обработка изображений на базе высокоскоростных оптико-цифровых дифракционных систем пространственной фильтрации с синтезом импульсного отклика»** представил обзор последних достижений в области построения многоуровневых нейросетей голографическим сопряжением узлов.

Голографией занимаются и на установках класса «мегасайенс» − в частности, на новосибирском лазере на свободных электронах. В докладе **«Возбуждение терагерцовых вихревых поверхностных плазмон-поляритонов на осесимметричном проводнике для задач проводной телекоммуникации»** к.ф.-м.н. *Н.Д.Осинцева* (Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН, Новосибирск) рассказала о последних достижениях на стыке голографии и оптики терагерцового диапазона.

К.ф.-м.н. *А.В.Черных* (Университет ИТМО, С.Петербург) представил доклад **«Цифровая голографическая микроскопия в задачах количественного анализа поляризационно-фазовой анизотропии пленок ZnO:Ag и ЖК ячеек»**. Как и все доклады, этот был очень интересен и актуален. Особо радует то, что, похоже, наконец-то стал выправляться некоторый дисбаланс в развитии голографии в нашей стране. К сожалению, до самого последнего времени Россия существенно отставала в развитии современных методов голографической микроскопии, хотя именно в СССР трудами академика *В.П.Линника* она в свое время и зародилась.

Доклад **«Интерференционные методы генерации и детектирования оптических вихрей»**, подготовленный совместным коллективом из СПбГУ и СПбГЭТУ «ЛЭТИ им. Ульянова (Ленина)», С.Петербург, был представлен студенткой физфака СПбГУ *Е.В.Малютиной*. В работе был дан обзор последних достижений в указанной области с особым упором на недавно предложенный и перспективный подход к формированию оптических вихрей в так называемых «поляризационных интерферометрах» на основе неделяризующих уголковых отражателей (ретрорефлекторов). Эти результаты весьма важны для задач оптической связи по открытому пространству и квантовой криптографии.



Тематика доклада проф. *А.П.Погоды* (БГТУ «Военмех» им. Д.Ф.Устинова, С.Петербург) **«Голографические элементы в мощных твердотельных лазерах»** находилась на стыке голографии и лазерной техники. Основная изюминка доложенной работы – создание нового поколения сопряженных резонаторов для перспективных импульсных лазеров на активных средах с широким спектром усиливаемого излучения.

В заключительном докладе конференции **«Многоканальный голографический датчик волнового фронта»**, представленном проф. *В.Ю.Венедиктовым* (СПбГЭТУ «ЛЭТИ», С.Петербург), сообщалось о возобновлении работ по данной теме, имеющей большое значение для адаптивной оптики, оптики атмосферы и оптической связи по открытому пространству.

***В.Ю.Венедиктов**, ЛЭТИ, координатор РГ15*

НПК РГ16 «Оптические системы связи и их компоненты»

(1 апреля, зал «Витт»)

В работе научно-практической конференции приняли активное участие более 60 человек, все сидячие места в зале были заполнены полностью, и многим участникам пришлось слушать доклады стоя. Все 9 докладов вызвали большой интерес слушателей, они активно и заинтересованно обсуждались как во время проведения конференции, так и после ее завершения.

Открыл заседание доклад *С.С.Косолобова* **«Компоненты и устройства кремниевой интегральной фотоники»** (Лаборатория плазмоники, «Сколтех»). Говоря о бурном развитии исследований в области кремниевой фотоники, он отметил, что сделанные в 2021 году прогнозы объема вложений на уровне $1,1 млрд в действительности были существенно превышены.

Рассказывая о работе Лаборатории плазмоники, докладчик сообщил, что сотрудники лаборатории освоили изготовление целого ряда интегрально-оптических компонентов, таких как:

- широкополосные дифракционные решетки для ввода-вывода излучения с максимальной эффективностью ~57%;
- одномодовые волноводы с потерями порядка 1дБ/см;
- интегрально оптические фильтры на микрокольцевых резонаторах с добротностью 10^4-10^5;
- высокодобротные микрокольцевые резонаторы, Q-factor >10^6;
- интегральный оптический усилитель, Max gain = 3,775 дБ/см
- интегральный микроспектрометр.

Отвечая на вопросы, *С.С.Косолобов* подчеркнул, что считает особо важным направлением исследований объединение электроники и фотоники в рамках единого технологического процесса.

М.С.Ковалев (ФИАН) в докладе **«Быстродействующие фотодиоды Шоттки на легированном аморфном кремнии: путь к эффективной детекции в телекоммуникационном диапазоне длин волн»** обсудил актуальность и проблемы интеграции фотодиода в ФИС. Создание таких устройств в настоящий момент определяется уровнем технологии, поскольку вся теория была разработана уже давно. Докладчик рассказал о текущей работе Института над макетом фотодетектора, выполненного в виде волноводной структуры на легированном кремнии. Выбор примеси определяется её способностью к диффузии. Для удешевления производства часто применяются не кристаллические, а аморфные полупроводники. Для оценки и сравнения материала фотодетекторов был предложен комплексный показатель эффективности, объединяющий ключевые параметры сверхлегированного кремния:

- коэффициент поглощения (на длинах волн 1,31 и 1,55 мкм);
- подвижность носителей заряда;
- время жизни носителей заряда.

На макетных образцах продемонстрирована высокая спектральную чувствительность в телекоммуникационном диапазоне (336 мА/Вт на 1,55 мкм) и быстродействие 60 кГц. По оценкам докладчика вполне достижимо быстродействие 10 ГГц.

Как отметил в своём докладе **«Российские волоконно-оптические системы: DWDM, распределенные сенсоры, новые технологии»** генеральный директор группы компаний «Т8» *В.Н.Трещиков,* бурное развитие когерентных систем связи вдохнуло новую жизнь в смежные направления волоконной оптики и фотоники:

- оптические когерентные рефлектометры (DAS);
- радиофотоника – передача аналоговых сигналов по оптоволокну;
- развитие ФИС на кремнии, фосфиде индия и ниобате лития;
- фотонные сопроцессоры и фотонные нейросети;
- квантовые компьютеры на ФИС.

Говоря о когерентных системах связи, докладчик особо отметил проект «умный оптический транспорт», в рамках которого решаются три задачи:

- разработка нового поколения оборудования DWDM «Ангара» (64 Тб на 1000 км в C+L диапазоне);
- система управления NMS, реализующая функции оптимизации и автоподстройки параметров DWDM-сети;
- расчет, проектирование и оптимальная эксплуатация сетей связи, работающих в нелинейных режимах, и создание цифровых двойников сетей связи.

В.Н.Трещиков провел параллель между квантовым компьютером и когерентной связью, отметив общий принцип построения этих технологий: сделать цепочку как можно длиннее без изменения параметра качества на приеме.

В докладе **«Одномодовые лазерные диоды накачки 980/1480 нм длин волн на основе A_3B_5 гетероструктур»** *Н.А.Пихтин* (ФТИ им. А.Ф.Иоффе) представил результаты разработок своего института и АО «НИИ «Полюс» им. М.Ф.Стельмаха» в области одномодовых полупроводниковых лазеров. Были обсуждены конструкции торцевых (с резонатором Фабри-Перо) лазерных диодов на основе квантово-размерных гетероструктур из Al-In-Ga-As-P твердых

растворов, выращенных на подложках GaAs (980 нм) и InP (1480 нм) методом газофазной эпитаксии из металлорганических соединений. Главное внимание было уделено требованиям к их основным выходным характеристикам −оптическая мощность, КПД, расходимость, спектральная и пространственная яркость, температурная стабильность, надежность. Были рассмотрены технологические процессы эпитаксиального роста гетероструктур, технологии монтажа кристаллов и их характеризации.

Дальнейшие разработки одномодовых лазерных диодов накачки 980/1480 нм длин волн на основе A_3B_5 гетероструктур планируется вести в рамках КАП «Фотоника». Направления этих разработок: эпитаксиальные технологии роста структур для одномодовых мощных лазеров со спектральной стабилизацией; пострстовая технология формирования одномодовых волноводов мезаполосковой конструкции с повышенной стабильностью при высокой оптической мощности; технология спектральной стабилизации на основе внешних дифракционных элементов; технологии сборки оптоволоконных модулей с одномодовыми оптическими волокнами с коэффициентом ввода не ниже 50%.

С.О.Слипченко из ФТИ им. А.Ф.Иоффе в докладе **«Полупроводниковые перестраиваемые лазеры спектрального диапазона 1520-1570 нм для высокоскоростных ВОЛС»** рассмотрел основные физические принципы построения перестраиваемых источников лазерного излучения и обсудил их базовые конструкции. Было выделено два основных подхода. Первый основан на использовании полностью A_3B_5 фотонных интегральных схем (ФИС). В рамках второго подхода в конструкции прибора используются ФИС, построенные на базе КНИ-технологии. Были наглядно продемонстрированы существующие решения в рамках ITLA-концепции (*Integrable Tunable Laser Assembly*) для различных форм-факторов. Отдельное внимание в докладе было уделено принципам построения готового модуля, который включает оптическую часть и часть управления, отвечающую за настройку и стабилизацию выбранной линии генерации.

Докладчик подчеркнул, что перестраиваемые лазеры являются ключевым компонентом когерентных приемо-передающих систем передачи информации, и сообщил об имеющемся в ФТИ им. А.Ф.Иоффе заделе для проведения работ по созданию отечественного перестраиваемого источника лазерного излучения.

В докладе **«Интегрально-оптические модуляторы в погоне за ростом пропускной способности линий связи»** *А.В.Шамрай* из Лаборатории квантовой электроники ФТИ им. А.Ф.Иоффе рассказал о работе над созданием двойных параллельных модуляторов Маха-



Цендера. Такие модуляторы являются базовым элементом для создания высокоскоростных передатчиков многоуровневым форматам модуляции.

Докладчик обсудил преимущества и недостатки основных материальных платформ для интегрального исполнения модуляторов:

- *Сегнетоэлектрические кристаллы*. Плюсы: самая высокая скорость, линейная модуляция, большое окно прозрачности, высокая стабильность. Недостатки: несовместимость с КМОП, компромисс между чувствительностью и стабильностью.
- *Полупроводники*. Плюсы: интеграция с лазерным источником и фотоприемником, интеграция с аналоговой СВЧ электроникой. Недостатки: нелинейная модуляция, несовместимы с КМОП, узкие спектральные диапазоны, работа вблизи поглощения.
- *Кремний.* Плюсы: совместимы с КМОП, интеграция с цифровой электроникой. Недостатки: управление током (компромисс между скоростью и напряжением)

Была подробно рассмотрена технология тонкопленочного ниобата лития, которая позволяет реализовать сверхвысокочастотную интегральную фотонику (100ГГц и больше). Сложность этой технологии заключается в высоких требованиях к формированию волноводного канала, в сложности соединения с оптическим волокном и в дрейфе рабочей точки.

Потребностям разработчиков волоконно-оптических систем связи нового поколения в фотонных компонентах был посвящён доклад начальника научного отдела компании «Т8» *Д.Д.Старых* **«Отечественные DWDM системы и их компоненты»**. Докладчик с сожалением отметил, что в настоящее время большинство компонентов DWDM-оборудования изготавливается за рубежом.

В докладе *Г.С.Воронкова* **«Стабилизация лазерных источников излучения с помощью**

оптоэлектронного генератора» сообщалось об исследовании нового метода управления длиной волны лазера, выполненном в Уфе рамках работ по государственному заданию Минобрнауки России для УУНиТ (соглашение № 075-03-2024-123/1 от 15.02.2024г.) в молодёжной научно-исследовательской лаборатории Евразийского НОЦ «Сенсорные системы на основе устройств интегральной фотоники».

Заключительный доклад **«Применение фотонных интегральных схем в качестве основы для когерентных оптических сборок и аналоговых фотонных вычислительных устройств»** *А.И.Боброва* (НИФТИ ННГУ им. Н.И.Лобачевского) был посвящён состоянию исследований по созданию универсального фотонного вычислительного устройства (ФВУ), действующего в интересах электронного микропроцессора. Такие ФВУ могут быть с успехом использованы для решения специализированных задач обработки аналоговых сигналов в реальном времени. Одной из наиболее наглядных и важных с практической точки зрения областей применения ФВУ является когерентная обработка радиосигналов. Оптический вычислитель может заменить собой цифровой сигнальный процессор (DSP) и существенно упростить конструкцию современных радиочастотных приёмо-передающих модулей.

В рамках проведённого исследования было осуществлено проектирование и изготовление набора элементов кремниевых фотонных интегральных схем для ФВУ. Среди них − дифракционные решётки, планарные оптические волноводы, Y- и X-направленные ответвители, термооптические элементы, электрооптические модуляторы.

В результате последовательной отработки технологических режимов были достигнуты следующие характеристики элементов ФИС: дифракционные решётки − эффективность до 40±5%; планарные оптические волноводы − потери до 2,0±0,5 дБ/см; делители оптического излучения 50/50 − потери ~1±0,1 дБ; термооптические переключатели − скорость переключения ~20 мкс; электрооптические модуляторы − полуволновое напряжение не более 4В.

Были также представлены результаты изготовления фотонных интегральных схем на базе филиала РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю.Е.Седакова» по технологии 350 нм. Обсужденные планарные оптические системы были применены в аналоговом фотонном вычислительном устройстве для обработки радиосигналов. В заключение были продемонстрированы перспективы внедрения радиофотонных приборов в системы радиосвязи и радиолокации.

***О.Е.Наний**, координатор РГ16*

✶ ✶ ✶

НПК РГ17 «Радиофотоника и интегральная фотоника»

(2 апреля, зал «Фотон»)

В работе конференции приняли участие порядка 120 специалистов. С вступительным словом выступил *В.В.Старцев* – руководитель приоритетного технологического направления «Технологии радиофотоники».

Прозвучало 13 докладов, с которыми выступили представители науки и производства из Омска, Новосибирска, Томска, Санкт-Петербурга, Москвы и других городов России. По всем докладам шли плодотворные дискуссии.

Обсуждались ключевые проблемы в области отечественной радиофотоники, а также другие темы, например, модернизация системы автоматизированного проектирования для анализа фотонных интегральных схем.

1. *Ю.Н.Вольхин* (АО «ЦКБА», Тула). **«О некоторых ключевых проблемах в области отечественной радиофотоники»**. Рассмотрены особенности и готовность отечественных ключевых технологий радиофотоники с требуемыми техническими характеристиками (источники оптического сигнала, электрооптические модуляторы, оптоволоконные тракты, фотодетекторы, лазеры с распределенной обратной связью и др.) для создания высокоэффективных систем и комплексов различного целевого назначения.

2. *В.П.Драчев* («Сколтех», Москва). **«Интегральная фотоника для лазеров с высокой когерентностью»**. Акцентировано внимание на ключевых технологических решениях (включая технические требования к ним), позволяющих существенно повысить эффективность создаваемых систем на основе радиофотонных технологических решений.

3. *Д.В.Гуляев* (ИФП СО РАН им. А.В.Ржанова, Новосибирск). **«Компонентная база на основе InGaAlAs/InAlAs/InP - гетероструктур для волоконно-оптических систем связи и радиофотоники».** Описаны характерные особенности моделирования, и отработки технологических процессов создания отечественной оптоэлектронной компонентной базы пригодной для применения технологии, включая реализованные базовые операции для интеграции фотоприёмников, модуляторов и лазеров на одном чипе.

4. *В.А.Световидов* («Т1 Интеграция», Москва). **«Таумерикс Фотоника» – российский**

САПР для научного и инженерного анализа ФИС». Рассмотрены результаты исследований проблем автоматизации и моделирования процессов проектирования, расчетов и технологий производства отечественной оптоэлектронной компонентной базы.

5. *М.В.Парфенов* (ФТИ им. А.Ф.Иоффе, С.Петербург). **«Снижение потерь СВЧ-электродов для расширения полосы частот интегрально-оптических модуляторов».** Рассмотрены факторы, существенно ограничивающие полосу рабочих частот, и предложения по снижению СВЧ-потерь за счёт оптимизации конструкции электродов, открывающие путь к существенному расширению рабочей полосы частот интегрально-оптических модуляторов на тонкопленочном ниобате лития.

6. *А.А.Кондаков* (ООО «Т8», Москва) **«Экспериментальное сравнение характеристик высококогерентных лазеров на основе интегральной, волоконной и объемной оптики».** На основании результатов сравнительного анализа характеристик лазеров указаны факторы и особенности конструкций, влияющие на характеристики. В частности, ток накачки заметно влияет на низкочастотные фазовые шумы, но слабо — на высокочастотные. Конструкция драйвера лазерного диода существенно влияет на уровень шумов SIL.

7. *Е.С.Новиков* (ООО «Иннфокус», Пермь). **«Разработка автоматизированной оптоэлектронной зондовой станции для характеризации чипов ФИС на пластине диаметром до 150 мм»**. Показано, что характеризация некорпусированных чипов и пластин ФИС требует специализированных оптоэлектронных зондовых станций. Зондовая станция позволит осуществлять прецизионный подвод оптических и электрических зондов к контактным площадкам и волноводам, а также работать с пластиной диаметром до 150 мм и автоматизировать измерения с адаптацией к изменению рабочей зоны.

8. *А.А.Емельянов* (АО «КНИРТИ», Калуга)





«Построение устройств диаграммообразования (ДОУ) с использованием КНИ-технологии». Отмечено, что классические ДОУ ограничены по полосе, габаритам и уровню взаимных наводок. Исследования в области оптоэлектронной компонентной базы с расширенные характеристиками показывают, что технологии радиофотоники позволяют создавать компактные ДОУ с широкой полосой и малыми взаимными наводками, а использование КНИ-технологии - интегрировать модуляторы, фотодетекторы и линии задержки в едином кристалле.

9. *А.Б.Устинов* (СПбГУ «ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова, С.Петербург). **«Разработка оптоэлектронного СВЧ-генератора с интегральными микрокольцевыми резонаторами»**.Продемонстрировано, что такие генераторы востребованы в системах связи, навигации, радиолокации. Их применение позволит решить такие ключевые задачи, как снижение фазового шума и повышение стабильности частоты. При разработке была осуществлена замена дискретных компонентов оптоэлектронного генератора на интегральные – применены микрокольцевые резонаторы (МКР) в качестве фильтров боковых гармоник и разработан электрооптический модулятор на основе МКР.

10. *Р.В.Рыжук* (НИЯУ МИФИ, Москва). **«Приемо-передающий блок с оптическим преобразованием частоты сигнала»**. Проанализированы преимущества, которые даёт оптическое преобразование частоты сигнала, это:

- равномерная АЧХ в широком диапазоне частот;
- низкий фазовый шум;
- широкий динамический диапазон;
- упрощение архитектуры (отказ от многоканальных фильтров и переключаемых гетеродинов);
- низкие потери в трактах распределения.

Что подтверждено в процессе проведенных экспериментальных исследований.

11. *А.С.Перин* (ТУСУР, Томск). **«Двухмодульная программа дополнительного профессионального образования по основам проектирования и методикам построения радиофотонных трактов передачи информации»**. Проанализировано состояние программ обучения по технологическому направлению в России и мире и предложена адаптивная программа повышения квалификации специалистов в целях дальнейшего развития технологий радиофотоники. Исходя из запросов, обучение может проходить как в очном, так и дистанционном форматах. Для его реализации целесообразно создание системы центров компетенций при ключевых организациях, занимающихся разработкой техники радиолокации и РЭБ, использование сетевого обучения (дистанционные + выездные сессии), переход к открытым программам.

12. *А.А.Козлов* (ПАО «ПНППК», Пермь). **«Разработка фотонной интегральной схемы на основе тонкопленочного ниобата лития для создания миниатюрного ВОГ»**. Показано, что в результате исследований:

- разработана конструкция поперечного сечения волноводов, позволившая экспериментально достичь PER на уровне 36 дБ;
- разработана конструкция конвертора поля моды. Экспериментально достигнутые потери на стыковке согласуются с расчетными на уровне 3.7 дБ/торец;
- экспериментально подтверждены критические радиусы изгиба – 250 мкм для $h_{трав}$ = 200 нм;
- разработана и экспериментально подтверждена конструкция делителей мощности MMI 1x2.

13. *В.А.Масной* (АО КРЭТ, Москва) **«Обзор конференций «Microwave Photonics» за последние десять лет»**. Проанализированы основные направления и тенденции развития микроволновой фотоники, включая прикладные назначения и области применения. В качестве основных акцентов в развитии отмечены непрекращающийся интерес к исследованиям и разработкам терагерцовой техники и технологий; новые результаты в области «радио-по-волокну» (RoF); применение технологий микроволновой фотоники в решении задач построения распределенных когерентных радиолокационных систем, радиоастрономических станций, систем связи нового поколения. Большое внимание мировое научное сообщество в области микроволновой фотоники уделяет развитию интегральной фотоники, интегральной оптоэлектронной компонентной базе, в частности, таким элементам как оптические гребенки, электрооптические модуляторы и осцилляторы. На последних конференциях были представлены доклады по применению микроволновой фотоники в области искусственного интеллекта и квантовых вычислений.

***М.А.Ладугин**, координатор РГ17*

★ ★ ★

НПК РГ18 «Квантовые технологии»

(1 апреля, зал «Витт»)

Представленные на конференции доклады были посвящены самым разнообразным темам − современным достижениям в области сжатых состояний света, поляритонной и интегральной фотонике, квантовой криптографии, созданию многоканальных программируемых интерферометров, бозонному сэмплингу с оптической обратной связью и матричным вычислениям.

Д.Калашников, ведущий научный сотрудник группы «Мультимодовая квантовая оптика» Российского квантового центра, посвятил свой доклад измерению сжатых состояний света с использованием гомодинного детектирования с локальным осциллятором, спектрально уширенным в микроструктурированном волокне с компенсацией фазы. Подобный метод позволяет характеризовать частотно-фазовые моды сжатого света для создания многомерных перепутанных состояний, необходимых для квантовых вычислений.

А.Пушкарёв, старший преподаватель лаборатории гибридной фотоники Сколковского института науки и технологий, рассказал об инженерных и технологических решениях, позволяющих использовать электрическую накачку для создания поляритонных конденсатов. Впервые поляритонная конденсация достигнута не в сложных эпитаксиальных структурах, а в простой микроструктуре на основе перовскита $CsPbBr_3$. Создание локального физического дефекта позволило сформировать для поляритонов притягивающий параболический потенциал. Эти технологические решения позволили впервые продемонстрировать прямую электрическую накачку поляритонного лазера. Конденсация наблюдается при непрерывной накачке и рекордно высоких для электрически накачиваемых поляритонных систем температурах (до 90 К).

А.Шитиков, ведущий научный сотрудник группы «Квантовая оптика» Российского квантового центра, продемонстрировал успешно реализованные проекты в области физического моделирования и проектирования фотонных инте-

гральных схем для различных применений. Команда обладает широким опытом создания фотонных систем и устройств − создан первый в России прототип оптической интегральной когерентной машины Изинга, а также компактные источники когерентной оптической гребенки и сдвоенной гребенки.

Р.Шаховой, руководитель научной группы QRate, рассказал о создании устройства квантового распределения ключей с недоверенным центральным узлом и экспериментальных значениях дальности генерации секретного ключа (порядка 175 км). Данная технология позволяет строить защищённые сети с топологией «звезда», где центральный узел может быть недоверенным (например, находиться в зоне ответственности стороннего оператора связи), что значительно упрощает масштабирование сетей и снижает затраты на их обслуживание.

Н.Скрябин, научный сотрудник группы атомных и оптических квантовых вычислений Российского квантового центра и Центра квантовых технологий МГУ им. М.В.Ломоносова, проинформировал о разработке и создании многоканальных программируемых интерферометров на основе технологии фемтосекундной лазерной записи в кварцевом стекле для применения в линейно-оптических квантовых вычислениях. С помощью этой технологии изготовлен 25-канальный интерферометр с малыми потерями (менее 1 дБ, пропускание 80%) и созданы портативные корпусированные устройства – 6-канальный и 16-канальный интерферометры.

Ю.Бирюков, младший научный сотрудник Центра квантовых технологий МГУ им. М.В.Ломоносова, познакомил с разработанной теоретической моделью бозонного сэмплера с оптической обратной связью (модификации известной квантовой вычислительной задачи, в которой в интерферометр добавляется петля обратной связи) и об экспериментальной демонстрации влияния обратной связи.



С.Флджян, младший научный сотрудник группы атомных и оптических квантовых вычислений Российского квантового центра и физик 1-й категории Центра квантовых технологий МГУ им. М.В.Ломоносова, посвятил своё выступление оптическому ускорению матричных вычислений – новому методу ускорения математических операций с использованием оптических технологий. Ключевые алгоритмы линейной алгебры возможно выполнять на оптических процессорах со сложностью $O(N \log_2 N)$ шагов вместо классических $O(N^3)$ цифровых арифметических операций. Оптическое ускорение способно радикально снизить вычислительную сложность задач, но требует учёта ограниченной точности и блочной организации для масштабирования.

В.Михайлов, инженер по лазерным системам компании АО «ЛЛС», представил современный обзор технологий стабилизации лазерного излучения: лазерные системы с возможностью стабилизации (диодные, твердотельные, волоконные лазеры), метод смещённой фазовой синхронизации и систему PDH ULE-стабилизации.

***Е.Сафрутина**, РКЦ, координатор РГ18*

✶ ✶ ✶

НПК РГ19 «Полупроводниковая фотоника. Нанофотоника»

(31 марта, зал «Витт»)

В работе конференции приняли участие около 40 чел., свободных мест в зале практически не было.

Заседание открылось докладом *С.Н.Соколова*, в котором была приведена информация о современных лазерных компонентах, выпускаемых НПП «Инжект», и их применениях. В частности, сообщалось о разработке и начале производства лазерного модуля SLM-808-1000-CW-L-353-063 непрерывного режима работы на основе наборной решетки лазерных диодов с выходной мощностью излучения до 2 кВт в спектральном диапазоне 800-980 нм. Конструкция модуля защищена патентом РФ. Перспективные области применений – лазерная накачка, прямая обработка, медицинские и косметологические системы. Также был дан обзор промышленных применений лазерной обработки материалов с использованием мощного многолучевого полупроводникового технологического лазера PLD-6 с выходной мощностью 6 кВт. При лазерном термоупрочнении им деталей (распредвала, роликов прокатного стана, штока плунжерного насоса) микротвердость по-

верхности деталей из стали 40Х увеличивается с 15 до 57 HRC, износостойкость металла в упрочненной зоне увеличивается в 1,5-5 раз (в зависимости от условий эксплуатации). Продемонстрирована возможность наплавки металлическим порошком поверхностей валов, режущих ножей сельхозмашин.

В докладе *А.Б.Устинова* (СПбЭГТУ «ЛЭТИ») были представлены результаты разработки кремниевого микрокольцевого оптического модулятора для применения в оптических телекомммуникационных системах, фотонных интегральных схемах, а также для фотонных вычислений. Конструкция модулятора включает в себя оптический волновод с интегрированным p-n-переходом.

С.Х.Абдулразак (ФТИ им. А.Ф.Иоффе) рассказала о генерации игольчатых пучков при помощи аксикона и конически рефрагированного излучения полупроводниковых лазеров. Характеристики полученных таким образом игольчатых пучков заметно превосходят характеристики игольчатых лучей, генерируемых обычным образом − при помощи гауссовых пучков. Обсуждалась также возможность генерации недифрагирующих лучей напрямую за счет конической рефракции низкогерентного излучения.

В.С.Вязанкин посвятил свой доклад обзору достижений АО «НИИ «Полюс» им. М.Ф.Стельмаха» в преодолении ограничений выходной оптической мощности полупроводниковых лазеров. Обсуждались перспективы использования ненакачиваемых зеркал для снижения тепловыделения, перемешивания квантовых ям в призеркальной области (т.н. интермиксинга, т.е. локального увеличения запрещённой зоны) и сегментированного контакта. Показано, что указанные подходы способны отодвинуть порог катастрофической оптической деградации зеркал и увеличить предельную выходную мощность полупроводниковых излучателей.

В докладе *А.Н.Тропина* рассматривались ключевые особенности создания и применения выпускаемых АО «НИИ «Гириконд» полупроводниковых оптоэлектронных компонентов для среднего инфракрасного диапазона на основе поликристаллических пленок селенида свинца. Были представлены результаты исследований и разработок приемников излучения, в т.ч. многоэлементных, источников излучения, а также инфракрасных интерференционных фильтров.



Д.А.Тарванен (АО «ЛЛС») раскрыл ключевые аспекты микрообработки материалов с использованием лазеров с ультракороткой длительностью импульса (в зависимости от режимов, длительности импульсов, длины волны излучения и др.) и лазерных систем безмасковой литографии. Особое внимание было уделено архитектуре лазерных комплексов и доступным технологическим решениям от партнёров компании для задач интегральной фотоники и микроэлектроники.

В заключительном слове председательствующий *Г.С.Соколовский* (ФТИ им. А.Ф.Иоффе) выразил благодарность аудитории за проявленное внимание и искренний интерес к представленным докладам. Он отметил активную атмосферу в зале и живые дискуссии, возникавшие после каждого выступления, которые приходилось временами прерывать в целях соблюдения расписания.

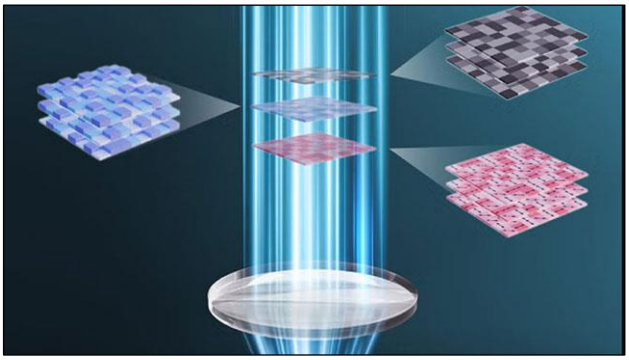
***Г.С.Соколовский**, ФТИ им. А.Ф.Иоффе, координатор РГ19*

ИНТЕРНЕТ-НОВОСТИ

Китайские учёные совершили рывок в сверхплотной голографической записи

Несмотря на хорошие перспективы, голографическая запись пока не снискала коммерческого успеха. Запись и декодирование записанной информации — фактически «размазанной» по внутреннему пространству прозрачного носителя — оказалась сложной и капризной. Развитие машинного обучения снимает часть проблем, а потребность в хранении всё большего объёма данных заставляет продолжать смотреть в сторону голографической записи. Более того, в игру вступил Китай.

В частности, в опубликованной 13 апреля



2026 года в журнале «Optica» статье *«New holographic storage method uses light to pack more data in less space»* вышло описание прорывного метода голографического хранения данных, разработанного командой китайских учёных под руководством *Сяоди Тана (Xiaodi Tan)* из Фуцзяньского педагогического университета (Fujian Normal University). Учёные, по сути, впервые предложили кодировать информацию одновременно в трёх характеристиках света — амплитуде, фазе и поляризации. До этого голографическая запись кодировалась либо с использованием амплитуды, либо фазы светового импульса и только в редких случаях совмещала обе возможности.

Учёные из Китая решили сделать всё и сразу, объединив в одном устройстве кодирование одновременно по трём параметрам, что, как нетрудно понять, максимально уплотняет запись в пересчёте на площадь и объём носителя. Поляризация была самым трудным моментом во всём этом процессе, и на разработку принципа поляризационной голографии ушло больше всего ресурсов и трудозатрат.

В эксперименте запись осуществлялась в объёме поляризационно-чувствительного фотополимера PQ/PMMA толщиной 1 мм с помощью лазерного излучения, в котором световые паттерны пересекались в трёх измерениях. Для упрощения записи и последующего чтения была предложена оптическая система на основе совмещения двух отдельных изображений с ортогональной поляризацией. В результате возникала дифракционная картина, из которой можно было извлечь данные об амплитуде, фазе и поляризации в каждом пикселе.

Декодировать данные помогло машинное обучение. Для этого была разработана и обучена свёрточная нейронная сеть TriDecode-Net, которая извлекала амплитуду, фазу и поляризацию из общей картины. Каждый пиксель при этом принимал 27 состояний (по три на каждую характеристику света). При использовании мультиплексирования плотность записи в том же объёме можно увеличить ещё сильнее. Меньше всего ошибок было для амплитудных характеристик, что вполне объяснимо. На втором месте шла поляризация, а фаза — на третьем. Для желающих разобраться подробнее можно обратиться к статье, которая полностью доступна по ссылке.

По сравнению с существующими технологиями преимущества новой системы очевидны. Голографический подход в процессе записи и чтения использует весь объём материала, обеспечивая гораздо большую плотность хранения. Предложенный китайскими учёными метод упрощает оптическую систему, снижает энергопотребление и ускоряет чтение данных. Нейросеть позволяет обойти сложности прямого измерения фазы и поляризации, достигая низкого уровня ошибок (в среднем 0,0094–0,0279), что делает технологию более эффективной и надёжной для массового применения.

Как подчеркивает *Сяоди Тан*, многомерное кодирование существенно повышает информационную ёмкость каждой страницы записи, а синхронное декодирование с помощью ИИ устраняет необходимость в сложных измерениях. Технология перспективна для создания небольших дата-центров, архивного хранения, оптического шифрования и безопасной передачи данных. Хотя работа находится на стадии лабораторной демонстрации и требует дополнительных исследований, она закладывает основу для практичной высокоплотной голографической памяти будущего.

https://3dnews.ru/1140064/

★ ★ ★

Физики разработали концепцию нейтринного лазера для изучения Вселенной

Когда подобная система будет реализована, она может дать ученым управляемый источник нейтрино и новый способ изучать материю и антиматерию, а также природу темной материи.

Исследователи из Массачусетского технологического института совместно с коллегами из других научных центров предложили теоретическую модель устройства, способного излучать не свет, а поток нейтрино. Работа описывает принципиально новый подход к генерации этих трудноуловимых частиц и опубликована в журнале Physical Review Letters.

Нейтрино часто называют «частицами-призраками». Они крайне слабо взаимодействуют с веществом и свободно проходят через планеты и человеческое тело — триллионы таких частиц

проходят через нас каждую секунду без заметного эффекта. При этом их свойства, включая точную массу, до сих пор изучены неполно именно из-за сложности регистрации.

От реакторов к компактным источникам

Сегодня нейтрино получают в крупных установках — ядерных реакторах или ускорителях частиц. Это дорогие и громоздкие системы, а управление потоком нейтрино остается крайне сложной задачей.

Предложенная концепция радикально отличается: речь идет о компактном источнике, потенциально лабораторного масштаба, который мог бы формировать направленные и контролируемые пучки нейтрино. Идея основана на аналогии с обычным лазером, где атомы возбуждаются и испускают фотоны синхронно, создавая когерентный луч света. В новой модели вместо фотонов рассматриваются нейтрино.

Квантовое состояние и «синхронный распад»

Ученые предлагают использовать очень холодное облако радиоактивных атомов, например рубидия-83. При температурах, близких к абсолютному нулю, такие атомы могут переходить в особое квантовое состояние — бозе-эйнштейновский конденсат, где они начинают вести себя не как отдельные частицы, а как единое целое.

В этом состоянии распад атомов уже не происходит хаотично. Теоретически они могут «срабатывать» одновременно и согласованно, создавая направленный поток нейтрино вместо случайного излучения.

Также авторы ссылаются на эффект сверхизлучения — ситуацию, когда частицы испускают излучение коллективно и тем самым резко усиливают сигнал. Если применить это к радиоактивным атомам, может возникнуть короткий, но очень мощный всплеск нейтрино.

Потенциал и ключевые ограничения концепции

Если подобная система окажется реализуемой, она может стать инструментом для фундаментальной физики. Это откроет новые возможности для изучения свойств нейтрино, а также вопросов, связанных с асимметрией материи и антиматерии или природой темной материи.

Отдельно рассматриваются потенциальные прикладные направления. Поскольку нейтрино практически не задерживаются веществом, их теоретически можно использовать для передачи сигналов через Землю — например, между подземными или подводными объектами. Также обсуждается возможность генерации радиоактивных изотопов для медицинских задач.

Несмотря на перспективность идеи, нейтринный лазер остается гипотетической моделью. Основные препятствия связаны с тем, что создание и стабильное поддержание бозе-эйнштейновского конденсата из радиоактивных атомов пока не реализовано на практике. Дополнительная сложность — управление условиями, необходимыми для синхронного распада.

Тем не менее авторы считают, что даже частичная экспериментальная проверка концепции в будущем может стать значимым шагом к новым методам изучения нейтрино.

https://naukatv.ru/news/

✶ ✶ ✶

Лазеры превращают пергаментную бумагу в высокопроизводительные электронные схемы

Учёные из Бингемтонского университета научились создавать электронику на обычной пергаментной бумаге, которую можно найти на любой кухне. С помощью углекислотного лазера они сформировали резисторы, конденсаторы и проводящие дорожки шириной до 250 микрометров без использования кремния или пластика. Устройства экологичны: они разлагаются в почве в течение нескольких недель.

В основе метода лежит простая идея. Пергаментная бумага изначально покрыта тонким слоем силикона, который отталкивает воду. Лазер избирательно удаляет это покрытие, открывая впитывающие целлюлозные волокна. В результате на поверхности формируются микроканалы, по которым направляются проводящие чернила на водной основе, образуя электронные компоненты.

С помощью этой технологии исследователи смогли создавать резисторы, конденсаторы, межсоединения и аналоговые фильтры прямо на бумаге. В местах, где лазер обрабатывает поверхность, материал становится восприимчивым к функциональным чернилам, что позволяет точно формировать элементы схемы. Необработанные участки сохраняют изолирующие свойства благодаря силиконовому покрытию, предотвращая растекание чернил.

При этом параметры компонентов можно гибко настраивать: сопротивление резисторов варьируется за счёт состава чернил, ёмкость конденсаторов подбирается под задачу, а проводящие дорожки по своим характеристикам сопоставимы с элементами традиционной электроники.

Разработка стала результатом более чем десятилетних исследований в области так называемой «папертроники» — электроники на основе бумаги. Ранее команда создала бумажные

биобатареи, похожие на спичечный коробок, датчики и носимые устройства, работающие, например, от пота, слюны или бактерий. Однако недостающим элементом оставались компактные и точные схемы, способные объединить все компоненты в единую систему.

Учёные пытались создавать такие схемы с помощью хроматографической бумаги и восковых шаблонов. Однако восковые барьеры, которые определяли контуры элементов, при нагревании размывались и растекались. Это не позволяло сделать элементы компактными: их минимальный размер достигал миллиметра, а сами схемы имели масштаб десятков сантиметров. Новый лазерный подход решил эту проблему: ширина элементов теперь составляет 250 микрометров, а расстояние между ними — около 300 микрометров.

Дополнительным преимуществом технологии стала экологичность. Используемые чернила не содержат токсичных веществ, а сами устройства можно компостировать или сжигать без вреда для окружающей среды. При необходимости срок службы можно увеличить за счёт защитного силиконового слоя, не влияющего на электрические характеристики.

Исследователи считают, что такие разработки откроют путь к массовому появлению дешёвых и одноразовых электронных устройств — от медицинских тест-полосок и «умных» повязок до датчиков в упаковке продуктов и систем мониторинга окружающей среды. В перспективе бумажная электроника может стать основой для целого класса автономных биоразлагаемых технологий, которые после использования просто исчезают без следа.

https://xn--80akfo2a.xn--p1ai/2026/04/28/33259/

✶ ✶ ✶

Лазерный ключ к любви: ученые создали «выключатель» для гормона доверия в мозге

Ученые изобрели революционный инструмент, который позволяет включать и выключать «гормон любви» окситоцин с помощью света. Это открытие проливает свет на то, как мозг формирует социальные связи, доверие и эмоциональные реакции.

Австралийские исследователи из Университета Квинсленда разработали молекулярные зонды, чувствительные к определенной длине волны света. Направляя лазер, они высвобождают окситоцин в точных точках мозга — на уровне отдельных нейронов или синапсов. Такой подход позволяет наблюдать эффекты в реальном времени, не затрагивая соседние области.

Ранее изучение окситоцина и близкого ему вазопрессина было затруднено. Теперь можно точно разделять причину и следствие. Эти нейропептиды управляют доверием, привязанностью, воспитанием потомства, эмпатией, обучением и памятью. Их дисбаланс связан с аутизмом, тревогой, депрессией, зависимостью, ПТСР, шизофренией.

Зонды безопасны — не оставляют токсичных следов и работают с клеточной точностью. Технология применима не только к мозгу, но и к тканям, где генная инженерия невозможна. Это открывает путь к изучению множества других нейропептидов.

«Направляя лазерный свет в нужное место и время, мы можем выделить окситоцин и вазопрессин в мозге с беспрецедентной точностью и наблюдать, как мозговые клетки реагируют в реальном времени», — объясняет профессор *Маркус Муттенталер*, руководитель проекта.

Открытие обещает прорыв в понимании мозговых цепей социального поведения. В перспективе — новые методы терапии психических расстройств и улучшение качества жизни миллионов людей.

Результаты работы опубликованы в Angewandte Chemie International Edition.

https://poisknews.ru/

«Лазер-Информ»
Издание зарегистрировано
в межведомственной комиссии
МГСНД 26.12.91, Рег. N 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, стр. 1, ЛАС
Телефоны: (495) 333-00-22,
334-47-80
Моб. тел.: +7 916 807 1165
E-mail: info@cislaser.com
http://www.cislaser.com