

Работы по голографии в России

С.Б.Одинокоев, В.Ю.Венедиктов

Развитие и освоение технологий фотоники является в настоящее время одним из приоритетных направлений научно-технического прогресса. Важную часть современных работ по фотонике составляют исследования и разработки в области оптической голографии. В последние годы большое внимание как в России, так и за рубежом уделяется активному внедрению голографических методов и технологий в самые различные области научных исследований и практических применений.

Примером этого может служить развитие защитной голографии с получением цветных 3D изображений, применение голограммных и дифракционных оптических элементов (ГОЭ–ДОЭ) в 3D дисплеях и системах отображения изображений (очки виртуальной и дополненной реальности), использование компьютерных методов синтеза голограмм для отображения информации и в изобразительной голографии, а также многое другое.

По мнению ведущих специалистов и ученых, за последние 10 лет (2010–2020 гг.) сформировалось несколько мировых трендов и актуальных направлений научно-технического развития оптической голографии. Среди них следует отметить два наиболее значимых:

1. Цифровая голография, появление которой обусловлено технологическими успехами в области создания и внедрения в практику новейших крупноформатных фотоматриц (КМОП-структур) с пикселями размером 1–2 мкм в количестве до 10^8 , что позволяет в реальном времени регистрировать «живые» интерференционные картины структуры с размерами до 20×20 мм и пространственными частотами до 500 мм^{-1} , а в перспективе – и до 1000 мм^{-1} . Это дает возможность избавиться от фоточувствительных материалов и использовать методы цифровой голографии непосредственно для записи амплитудно-фазовой информации об оптических полях в видимом, ИК и терагерцевом диапазонах длин волн. Внедрение методов цифровой голографии, например, в оптическую микроскопию при биомедицинских исследованиях клеток позволило в реальном времени регистрировать и изучать их в естественной среде обитания, определять их размеры, форму, ориентацию и пространственное положение в объеме, проводить идентификацию микро- и наночастиц и получать их 3D изображения на экранах мониторов.

С.Б.Одинокоев. Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана, Россия, 105005 Москва, 2-я Бауманская ул., 5; e-mail: odinokov2009@yandex.ru

В.Ю.Венедиктов. Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина), Россия, 197022 С.-Петербург, ул. Профессора Попова, 5; e-mail: vlad.venediktov@mail.ru

Поступила в редакцию 1 июня 2020 г.

2. Компьютерный синтез голограмм. Появление математических методов представления в численном виде интерференционных полей и компьютерного синтеза голограмм, а также создание и внедрение в практику мегапиксельных пространственных модуляторов света (на основе жидкокристаллических структур или матриц микрозеркал) позволило в реальном времени вводить в оптические каналы приборов и систем компьютерно-синтезированные голограммы (КСГ), формирующие волновые фронты оптического излучения требуемого качества и практически любой сложности (плоские, сферические, асферические и др.).

По-прежнему актуальными являются:

1) разработка для защитной голографии цветных голографических объемных 3D изображений с элементами движения и динамики;

2) разработка и создание нового поколения голографических датчиков волнового фронта, в том числе на основе голограмм Фурье и пространственных модуляторов света, что позволяет повысить точность измерения волновых aberrаций лазерных пучков до значений $\sim \lambda/50$;

3) разработка устройств отображения оптической информации и 3D дисплеев на основе ГОЭ; в настоящее время «голографическими» очками и индикаторами дополненной реальности (AR) занимаются более 100 организаций, объем инвестиций достигает \$100 млн в год;

4) широкое внедрение КСГ для использования изобразительной голографии привело к созданию мобильных лазерных установок для записи цветных голограмм уникальных объектов истории и искусства по методу Ю.Н.Денисюка, с возможностью их оперативного передвижения по музеям и выставкам.

Во всех этих направлениях активно работают ученые и специалисты из более чем 20 лабораторий и предприятий России. Они представляют свои результаты на многих международных конференциях и выставках, в том числе на проводимых в России ежегодных международных научно-технических конференциях ГОЛОЭКСПО (HOLOEXPO), которые позволяют оценить состояние рынка голографической продукции, уровень новейших научно-технических разработок в области голографии и определить основные направления ее развития.

В этом выпуске «Квантовой электроники» представлена подборка из 11 статей, подготовленных по материалам докладов на конференции «ГОЛОЭКСПО-2019», которая иллюстрирует состояние работ по голографии в России.

Редакторы выпуска приносят глубокую благодарность всем авторам за огромную помощь в подготовке материалов. Дополнительную информацию о выставках ГОЛОЭКСПО можно найти на сайте <http://holoexpo.ru>.