

# Лаборатория радио- и оптической голографии

(В. П. Титарь)

Лаборатория радио- и оптической голографии была основана 1 апреля 1974 г. Основателем лаборатории и ее научным руководителем до 1995 г. был доктор технических наук Г. С. Сафронов. Заведующим лабораторией с 1974 г. по 1986 г. был А. Л. Соколов, с 1986 г. по 1991 г. — кандидат физико-математических наук В. Н. Кудрев, а с 1991 г. по настоящее время кандидат физико-математических наук В. П. Титарь.

Основное научное направление лаборатории — исследование голографическими методами поляризационных, нелинейных и резонансных эффектов взаимодействия электромагнитных полей в радио- и оптическом диапазоне с веществом и разработка голографических устройств для получения информации об изучаемых биологических и небологических объектах.

Лаборатория состоит из двух отделов: отдела радиоголографии и отдела оптической голографии. В первый год в лаборатории было 8 сотрудников, к началу 1990-х годов — 36, а в настоящее время — 12.

В отделе радиоголографии разработаны принципы построения радиоголографических установок с использованием различных принципов синтеза радиоголограмм и восстановления по ним изображений и созданы соответствующие технические средства для реализации этих принципов:

Радиоголографическая установка РГУ-1 предназначена для синтеза радиоголограмм объектов на просвет в условиях помещения. Синтез голограмм осуществлялся за счет сканирования фазовых центров приемной и передающей антенн, а восстановление изображений — аналоговыми оптическими методами. С помощью установки получены изображения плоских объектов.

Многочастотная радиоголографическая установка РГУ-2 может применяться для синтеза радиоголограмм многочастотных голограмм вращающихся объектов и восстановления по ним двумерных изображений объектов в плане. Восстановление изображения по синтезированной голограмме выполняется цифровыми методами. Установка РГУ-2 была включена в состав полигонного измерительного комплекса, сопряжена с

вычислительными средствами комплекса и использовалась для получения радиолокационных портретов объектов сложной формы.

Радиоголографическая установка для распознавания труднодоступных и скрытых объектов позволяет определять форму объектов, расположенных за непрозрачными для видимого света укрытиями.

Радиоголографическая установка РГУ-3 предназначена для синтеза радиоголограмм Френеля в условиях свободного пространства. Синтез радиоголограмм осуществляется за счет сканирования фазовых центров передающей и приемной антенн в двух взаимоперпендикулярных направлениях.

Установка позволяет формировать поляризационные радиоголограммы и интерферограммы исследуемых объектов. Восстановление изображений производится как цифровыми, так и аналоговыми методами. С помощью установки получены радиоголографические изображения объектов сложной формы.

Все работы в области радиоголографии выполнялись по постановлениям Военно — промышленного комплекса (ВПК), Минвуза СССР, Министерства образования Украины. Сотрудники лаборатории поддерживают постоянные научные связи с РТИ АН РФ, НПО «Вымпел», НИИРП, НИИРИ.

В отделе оптической голографии разработаны принципы построения оптических голографических локаторов и их модификации — лидаров для экологического мониторинга атмосферы. Импульсный голографический локатор ИГЛ-1 позволяет получать качественные изображения удаленных объектов с компенсацией влияния искажений, вносимых турбулентностью атмосферы. Импульсный голографический локатор ИГЛ-2 предназначен для получения информации об удаленных объектах как по геометрическим параметрам изображений, восстанавливаемым по голограммам, так и по составу и структуре материалов поверхностей объектов, определяемым по поляризационным голограммам. Предложены новые методы распознавания объектов по поляризационным характеристикам электромагнитных волн, рассеянных объектами. Для этой цели предложены новые методы формирования оптических голограмм: поляризационные, комплексные и голограммы Хартли.

На базе импульсного голографического локатора разработан бортовой лазерный газоанализатор.

Компактный бортовой лазерный газоанализатор (БЛГ) предназначен для обнаружения и локализации утечек метана из газопроводов. БЛГ может устанавливаться на вертолетах и беспилотных самолетах.

Бортовой газоанализатор при воздушном патрулировании может выполнять следующие задачи:

— оперативное дистанционное обнаружение в реальном масштабе времени дефектов магистральных газопроводов и газопроводов жилищно-коммунального хозяйства;

— определение концентрации взрывоопасных смесей в окрестности мест утечек;

— определение уровня превышения концентрации над фоном около промышленных предприятий, газоперекачивающих станций и других объектов.

Разработан и создан дистанционный лазерный дефектоскоп с частотной демодуляцией сигналов, обеспечивающий высокую чувствительность и помехоустойчивость при дефектоскопии промышленных изделий. Устройство было установлено в вагоне-дефектоскопе и использовалось для определения дефектов рельсов. Разработаны и внедрены в производство методы голографической интерферометрии, предназначенные для контроля качества промышленных изделий. Созданы технологии и устройства для изготовления голограмм, применяемых в рекламе, дизайне, защите от подделок и фальсификаций (радужные голограммы).

Разработана модель голографических механизмов зрения, позволившая с единых позиций объяснить многочисленные иллюзии зрения и подойти к пониманию как феномена распознавания человеком объектов, так и феномена возникновения образов объектов, формируемых глазом при определенных состояниях человека. На основе голографической модели зрения были созданы новые методы диагностики офтальмологических заболеваний (голографическая визоконтрастометрия) и принципы построения новых информационных систем (объемное голографическое телевидение и система лазерной связи с обращением волнового фронта). Разработаны устройства для диагностики офтальмологических заболеваний и коррекции зрения: голографический визоконтрастометр и голографический макулостимулятор.

Оригинальная конструкция макулостимулятора гарантирует быструю смену трехмерных изображений, стимулирующих макулярную область сетчатки глаза. Фотостимуляция большого глаза осуществляется во всем диапазоне пространственных частот, что позволяет эффективно лечить амблиопию, в том числе у детей, начиная с раннего возраста.

Голографический визоконтрастометр позволяет ускорить и сделать более информативным процесс обследования всего зрительного тракта, дает возможность выявлять на ранних стадиях такие тяжелые заболева-

ния как глаукома, ретробульбарный неврит, оптохиазмальный арахноидит и другие. Использование в этом приборе динамической голограммы обеспечивает уникальную возможность проведения обследования и лечебных процедур при таких серьезных заболеваниях, как бельмо, катаракта и помутнение стекловидного тела, что невозможно осуществить сейчас в рамках существующих консервативных офтальмологических методик.

Создан цифровой голографический интерференционный микроскоп, с помощью которого были получены объемные изображения клеток живых организмов (эритроцитов крови человека и животных). Цифровой голографический интерференционный микроскоп (ЦГИМ) предназначен для изучения трёхмерной формы фазовых микрообъектов. Эксперименты показали высокую эффективность ЦГИМ при исследовании трёхмерной формы нативных клеток крови, в частности эритроцитов. ЦГИМ также может успешно применяться не только в медицине и биологии, но и в технических целях. В ходе проведенных исследований было показано, что ЦГИМ предоставляет уникальную возможность выявлять характер дефектов тонких прозрачных плёнок, осаженных на прозрачные подложки, определять толщину дефекта и получать его трёхмерное изображение, что невозможно при использовании обычных микроскопов. ЦГИМ состоит из трех основных блоков: голографического интерференционного микроскопа, цифровой камеры и компьютера.

Сотрудниками лаборатории радио- и оптической голографии опубликовано 10 книг, из них 7 — в зарубежных издательствах, 300 научных статей, получены 70 патентов на изобретения, опубликовано 250 тезисов докладов на международных конференциях. Сотрудники лаборатории Т. В. Тишко, Д. Н. Тишко, В. П. Титарь получили 1 премию международного конкурса имени Ю. И. Островского за лучшую работу в области оптической голографии и интерферометрии (2007, Физико-технический институт им. А. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия). За участие в конференции «Медицина 3-го тысячелетия» (2010 г.) научный сотрудник лаборатории Д. Н. Тишко получил «Диплом за оригинальные решения научовой проблемы (секция «Клінічна імунологія»)». Достижения лаборатории демонстрировались на международных выставках, в частности, в 2003 г. на выставке «Дни науки и техники Украины» в Китае, 2011 г. на Международной выставке «Достижения науки и техники в связи с 20-летием СНГ» (г. Москва), Международной выставке «Досягнення науки і техніки вузів України та Росії» (м. Київ), XIV выставке-ярмарке «Екологія'2011» (м. Київ).

Работы отдела оптической голографии выполнялись по постановлению Военно-промышленного комплекса (ВПК), Министерства путей сообщения (МПС РФ), Минвуза Украины и др. Отдел поддерживает постоянные научные связи с ЦКБ «Астрофизика», Физическим институтом академии наук Российской Федерации (ФИАН РФ) г. Москва, ГОИ (г. Санкт-Петербург), ЦСКБ (г. Самара), КБ «Южное» (г. Днепропетровск), Институтом «Монокристаллов» НАН Украины, НИИРИ (г. Харьков), а также проводит совместные исследования с научными учреждениями Голландии, Германии, Греции и Швейцарии.

В лаборатории проводились работы, поддерживаемые грантами Министерства образования и науки Украины и Научного технического центра в Украине, подготавливаются к защите кандидатские и докторские диссертации, студенты выполняют курсовые и дипломные работы.