ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шойдина Сергея Александровича «Голографические методы преобразования оптической информации в задачах удалённого воспроизведения динамических объёмных изображений», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.6. Оптика

Целью работы Шойдина С. А. является поиск новых путей передачи голографической 3D информации по традиционным радиоканалам. Это возможно только при устранении противоречия между большой информационной ёмкостью голограмм и ограниченностью полосы пропускания радиодиапазона. Математические подходы энтропийного сжатия, характерные для бурно развивающейся теории информации, как показывают обзорные работы за последние 20 лет, не смогли решить этой задачи. Поэтому автор предлагает новый, основанный на физических свойствах голограмм, метод обработки голографической информации, и достигает поставленной цели, внося значительный вклад в развитие голографических методов преобразования оптической информации в задачах удалённого воспроизведения динамических объёмных изображений.

Актуальность решаемой автором задачи не вызывает сомнений. Голографическое телевидение и 3D дополненная реальность – это не только шоу-бизнес, это, прежде всего, новые возможности в дистанционной медицине, контактах с удалёнными объектами как в космосе, под водой, работа в агрессивных средах и т.д.

Содержание автореферата чётко и понятно, на физическом языке представляет основные результаты четырёх глав диссертации. В первой главе приводится критический анализ современного состояния представления 3D информации существующими методами. Вторая, третья и четвёртая главы описывают основные результаты собственного исследования Шойдина С. А. В числе многих оригинальных, новых и полезных результатов представленной Шойдиным С. А. работы следует особо отметить следующие, обладающие **научной новизной:**

– Автор показывает, что интерференционная структура голограмм содержит два типа пространственных гармоник, один из которых близок по смыслу известным в радиотехнике несущим частотам, а другой их девиации. Поскольку эти два типа гармоник имеют разную физическую природу, то могут быть искусственно разделены для передачи 3D голографической информации по радиоканалу и на его приёмном конце снова объединены в голограмму аналогично технологии SSB. Это позволяет значительно сжимать передаваемую голографическую информацию, причём без сопровождающей спектральную селекцию потери пространственного разрешения, путём передачи двух основных модальностей – текстуры поверхности и карты глубин регистрируемой 3D сцены.

– Автором предложен и экспериментально проверен метод передачи голографической информации с помощью двух модальностей – карты высот голографируемой сцены и текстуры её поверхности. Причём, в своей диссертации Шойдин С. А. показывает, что этот метод на порядок лучше, чем используемый им для качественного анализа структуры голограммы метод выделения спектральной компоненты информационной структуры в голограмме и который является основным компонентом сжатия JPEG.

– При более глубоком рассмотрении структуры паттерна из латерально освещающих объект параллельных полос, автор замечает, что такая структура сама похожа на голограмму, точнее, после определённой обработки может восстанавливать 3D изображение объекта. Этот результат позволяет ещё упростить рендеринг голографического видеоряда, что доказывается рядом прямых экспериментов по его передаче по стандартному радиоканалу.

– При анализе вклада в информационную ёмкость голограмм, логарифмической компоненты формулы Шеннона, Шойдин С. А. обнаруживает три неустранимых эффекта, искажающих полезный сигнал. Это спекл-резонанс электромагнитной воны при записи голограмм в безрелаксационных голограммах, алиасинг голограмм объёмных объектов и формфактор голограмм. Последний представляет особый интерес, поскольку объясняет физическую природу причины недостижимости дифракционной эффективности, предсказанной в модели Когельника. Играя роль ограничивающего фактора в решаемой автором задаче, этот эффект был успешно использован в соседней области голографии - при измерениях кинетики фотоотклика разрабатываемых голографических материалов.

– Особо следует отметить две группы экспериментальных результатов. Первая – это эксперименты по реальной передаче голографической информации по стандартному радиоканалу с восстановлением из каждого кадра голографического видео 3D изображения, высокого пространственного разрешения (стандарта Full HD и выше) с непрерывным вертикальным и горизонтальным пространственным параллаксом. Вторая – это экспериментальный синтез материальных аналоговых голограмм на основе полученных на приёмном конце канала связи компьютерных. Эти серии экспериментов показали правильность положенных в основу его исследования гипотез и математических моделей автора, что доказывает реализуемость проекта голографического телевидения и 3D дополненной реальности.

Достоверность полученных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается многочисленными публикациями автора в отечественных и зарубежных журналах, а также докладами полученных результатов на ряде международных конференций.

Практическая ценность полученных соискателем результатов не вызывают сомнений, поскольку их дальнейшее развитие может стать основой практических разработок в области создания голографического телевидения и 3D дополненной реальности. Это должно стать значительным вкладом в решение задач дистанционной хирургии, прежде всего опухолевой с расширенным в ИК спектральным диапазоном видения 3D объекта, а также в решении ряда задач сближения с неуправляемыми объектами в космосе, под водой и в любых агрессивных средах.

В качестве замечания можно отметить следующее:

Используя расчёт дифракционного интеграла Кирхгофа, автор борется с эффектом перескока фазы через 2π путём значительного сжатия объекта голографирования по глубине, не используя уже существующие методы борьбы с этим эффектом методами развёртки фазы.

Несмотря на отмеченное замечание, диссертацию Шойдина С. А. можно считать завершённым научным исследованием с отчётливо сформулированными результатами и защищаемыми положениями, имеющими научное и практическое значение.

Представленная диссертационная работа Шойдина С. А. «Голографические методы преобразования оптической информации в задачах удалённого воспроизведения динамических объёмных изображений» отвечает критериям, установленным в п.9-14 Положения о порядке присуждения учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842. Считаю, что за решение ряда актуальных научных проблем, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, следует присвоить Шойдину Сергею Александровичу учёную степень доктора физико-математических наук по специальности 1.3.6 Оптика.

доктор физико-математических наук,
профессор, главный научный сотрудник
НИИ радиофотоники и оптоэлектроники
ПАО «ПНППК»
05 июня 2023 г. Криштоп Виктор Владимирович

Пермская научно-производственная приборостроительная компания, НИИРФиОЭ,
614990, г. Пермь, ул. 25 Октября, 106, Рабочий тел. +7 (342) 240-05-12, e-mail: krishtop@pnppk.ru

Я, Криштоп Виктор Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, и их дальнейшую обработку.

Подпись Криштопа В.В. заверяю
Зам. директора по организационному
развитию и управлению персоналом И.К. Кузнецов

Пермская научно-производственная приборостроительная компания * Публичное акционерное общество * Россия, г. Пермь
Отдел работы с персоналом