

44. Отечественная дифракционная оптика в зеркале конференций HOLOEXPO 2004–2017

Г. И. Грейсх, Е. Г. Ежов, С. В. Казин, С. А. Степанов

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза, Россия

Показано, что дифракционная оптика была широко представлена на всех четырнадцати прошедших конференциях HOLOEXPO. Причем пленарные и секционные доклады охватывали практически все, оказавшиеся впоследствии наиболее перспективными, направления развития этой оптики. Значительное внимание конференции уделяли решению актуальных научно-технических проблем с помощью голограммных и дифракционных элементов.

Ключевые слова: Международная конференция HOLOEXPO, Дифракционная оптика, Голограммные и дифракционные оптические элементы.

Цитирование: Грейсх, Г. И. Отечественная дифракционная оптика в зеркале конференций HOLOEXPO 2004–2017 / Г. И. Грейсх, Е. Г. Ежов, С. В. Казин, С. А. Степанов // HOLOEXPO 2018 : XV международная конференция по голографии и прикладным оптическим технологиям : Тезисы докладов. — М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. — С. 187–190.

Анализируя и сопоставляя программы четырнадцати прошедших конференция легко видеть, что дифракционная оптика была широко представлена в каждой из них специальной секцией, а наиболее значимые доклады, представлявшие интерес для широкого круга участников, выносились на пленарные заседания. Уже на первых конференциях 2004–2007 годов спектр пленарных и секционных докладов охватывал практически все, оказавшиеся впоследствии наиболее перспективными, направления развития дифракционной оптики. Были представлены принципиальные подходы к решению актуальных научно-технических проблем с помощью голограммных и дифракционных элементов, и при этом особое внимание уделялось технологическим вопросам. Вот лишь небольшая выборка из программ первых четырех конференций, ярко демонстрирующая вышеизложенное:

- «Возрастающая роль голографических компонентов в высокотехнологичной продукции бытовой электроники» [1];
- «Волноводная голография и ее применения» [2];
- «Голограммный оптический элемент для коллиматорного прицела стрелкового оружия» [3];
- «Особенности дифракционного интерферометра для контроля сферических и асферических поверхностей» [4];
- «Исследование бифокальных дифракционно-рефракционных интраокулярных линз» [5];
- «Улучшение характеристик волоконно-оптических датчиков на основе селекции поперечных мод с помощью ДОЭ» [6];
- «Дифракционные оптические элементы для оптического манипулирования микрочастицами» [7];
- «Дифракционные элементы в оптических системах современной оптоэлектроники» [8];
- «Лазерные технологии в дифракционной оптике» [9];
- «Методы изготовления и контроля дифракционных оптических элементов» [10].

Последующие конференции отражали развитие и успехи практически во всех заявленных направлениях. Причем и пути развития, и решения наиболее острых проблем зачастую определялись в ходе дискуссий непосредственно на заседаниях и, конечно, в кулуарах, куда дискуссии переносились после завершения заседаний. Неоднократно на последующие конференции выносились доклады, отвечавшие на принципиальные вопросы предыдущих дискуссий. К ним относятся, в частности, доклады посвященные:

- предотвращению гало в изображающих рефракционно-дифракционных оптических системах [11–13];
- сопоставительному анализу различных технологий получения прецизионного микрорельефа [14–18];
- преимуществам и недостаткам «гармонических», работающих в высоких порядках дифракции, киноформов [19];
- разрешению и чувствительности в цифровых голографии и голографической интерферометрии [20–23].

Значительное место в программах HOLOEXPO уделялось докладам, посвященным использованию голограммных и дифракционных элементов для коррекции аберраций оптических систем, рабочий спектральный диапазон которых мог лежать в ИК, видимой, УФ или даже рентгеновской области электромагнитного излучения [24–28]. Не осталось без внимания и использование голограммных и дифракционных элементов для юстировки неосевых оптических систем [29].

Естественно, что мимо внимания участников нашей ежегодной конференции не проходили все новейшие достижения в области дифракционной оптики, находившие отражение в мировой периодической литературе и в трудах зарубежных конференций.

Однако особый интерес участников HOLOEXPO вызывали доклады, посвященные внедрению, т. е. практическому использованию идей, методов и устройств, обсуждавшийся на предыдущих конферен-

циях. Здесь в первом ряду, конечно, доклады А. Г. Полещука, посвященные интерферометрическому контролю крупногабаритной асферической оптики и, в частности, главных зеркал телескопов БТА и «Хаббл» с помощью дифракционных эталонов, изготовленных в ИАиЭМ СО РАН [30]. Спектральные приборы с голограммными и нарезными диспергирующими элементами от НПО «ГИПО» [31] и КНИТУ-КАИ [32] и экспериментальные работы по манипулированию микрообъектами с помощью световых полей, формируемых специальными дифракционными элементами, проведенные в ИСОИ РАН [33] также вызывали значительный интерес. И, конечно, результаты исследования и демонстрация готовящегося к серийному выпуску образца голографического прицела ГОИ им. С. И. Вавилова [34]. Наконец, на последней из обозреваемых

конференций — HOLOEXPO 2017 — особое внимание было уделено технологическому уровню в области формирования структур дифракционных элементов [35, 36].

Одним докладом трудно охватить весь спектр проблем дифракционной оптики, который освещался конференциями HOLOEXPO на протяжении четырнадцати лет. Однако уже и материал, вошедший в настоящий доклад, наглядно демонстрирует ту трудно переоценимую роль, которую играет наша ежегодная конференция в развитии направления в целом и в привлечении к решению актуальных научных и технических проблем молодых специалистов. Здесь проходят апробацию не только самые оригинальные и зачастую спорные идеи, но и сами творцы этих идей, что позволяет смотреть на будущее дифракционной оптики в России с определенным оптимизмом.

Список источников

- [1] **Голубков, Ю. Б.** Возрастающая роль голографических компонентов в высокотехнологичной продукции бытовой электроники / Ю. Б. Голубков, В. А. Иванов // Первый международный форум «Голография ЭКСПО-2004». — М.: ЗАО «ВДНХ-ЭКСПО», 2004. — С. 54.
- [2] **Путилин, А. Н.** Волноводная голография и ее применения / А. Н. Путилин, И. В. Густомясов // Первый международный форум «Голография ЭКСПО-2004». — М.: ЗАО «ВДНХ-ЭКСПО», 2004. — С. 64.
- [3] **Дубынин, С. Е.** Голограммный оптический элемент для коллиматорного прицела стрелкового оружия / С. Е. Дубынин, Д. С. Лушников, С. Б. Одинокоев, А. Ф. Ширанков // Первый международный форум «Голография ЭКСПО-2004». — М.: ЗАО «ВДНХ-ЭКСПО», 2004. — С. 53–54.
- [4] **Коронкевич, В. П.** Особенности дифракционного интерферометра для контроля сферических и асферических поверхностей / Г. А. Ленкова, А. И. Лохматов, А. Е. Маточкин // Сборник трудов 4-го Международного форума «Голография Экспо-2007». — М.: ООО «Голография-сервис», 2007. — С. 96–99.
- [5] **Коронкевич, В. П.** Исследование бифокальных дифракционно-рефракционных интраокулярных линз / В. П. Коронкевич, Г. А. Ленкова, В. П. Корольков, И. А. Исаков // Сборник трудов 3-го Международного форума «Голография Экспо-2006» — М.: ООО «Голография-сервис», 2006. — С. 67.
- [6] **Карпеев, С. В.** Улучшение характеристик волоконно-оптических датчиков на основе селекции поперечных мод с помощью ДОО / С. В. Карпеев // Сборник трудов 4-го Международного форума «Голография Экспо-2007». — М.: ООО «Голография-сервис», 2007. — С. 60–61.
- [7] **Сойфер, В. А.** Дифракционные оптические элементы для оптического манипулирования микрочастицами / В. А. Сойфер, В. В. Котляр, С. Н. Хонина, Р. В. Скиданов // Сборник трудов 4-го Международного форума «Голография Экспо-2007» — М.: ООО «Голография-сервис», 2007. — С. 62–63.
- [8] **Грейсух, Г. И.** Дифракционные элементы в оптических системах современной оптоэлектроники / Г. И. Грейсух, Е. Г. Ежов, С. А. Степанов // Сборник трудов 4-го Международного форума «Голография Экспо-2007». — М.: ООО «Голография-сервис», 2007. — С. 19–22.
- [9] **Полещук, А. Г.** Лазерные технологии в дифракционной оптике / А. Г. Полещук, В. П. Корольков, В. П. Коронкевич // Второй международный форум «Голография ЭКСПО-2005». — М.: ЗАО «ВДНХ-ЭКСПО», 2004. — С. 63–64.
- [10] **Полещук, А. Г.** Методы изготовления и контроля дифракционных оптических элементов / А. Г. Полещук, В. П. Корольков // Сборник трудов 4-го Международного форума «Голография Экспо-2007» — М.: ООО «Голография-сервис», 2006. — С. 11–14.
- [11] **Грейсух, Г. И.** Влияние побочных дифракционных порядков ДОО на качество изображения гибридной оптической системы / Г. И. Грейсух, Е. Г. Ежов, С. В. Казин, З. А. Сидякина, С. А. Степанов // Сборник трудов II-й Международной конференции «Голография. Наука и практика». — М.: ООО «МНГС», 2014. — С. 64–78.
- [12] **Грейсух, Г. И.** Дифракционная эффективность и качество изображения, формируемого рефракционно-дифракционной оптической системой / Г. И. Грейсух, Е. Г. Ежов, С. В. Казин, С. А. Степанов // Сборник трудов I2-й Международной конференции «Голография. Наука и практика». — Казань: КНИТУ-КАИ, 2015. — С. 63–67.
- [13] **Грейсух, Г. И.** Однослойные дифракционные элементы для фото- и видеокамер мобильных устройств / Г. И. Грейсух, Е. Г. Ежов, С. В. Казин, С. А. Степанов // Сборник трудов I4-й Международной конференции «Голография. Наука и практика». — М.: МГТУ, 2017. — С. 101–104.
- [14] **Ган, М. А.** Проблемы и перспективы синтеза ГОЭ с помощью алмазного наноточения // Сборник трудов 7-й Международной конференции «ГОЛОЭКСПО-2010». — М.: ООО «Голография-сервис», 2010. — С. 23.
- [15] **Полещук, А. Г.** Прецизионный лазерный технологический комплекс для производства шкал, сеток, фотошаблонов и синтезированных голограмм на основе лазерной трехмерной микро и нанообработки / А. Г. Полещук, В. П. Корольков, В. П. Бессмельцев, Ю. Н. Никоноров, А. Л. Карван, А. Г. Верхогляд // Сборник трудов I2-й Международной конференции «Голография. Наука и практика». — Казань: КНИТУ-КАИ, 2015. — С. 38–42.

- [16] **Лукин, А. В.** Осевые синтезированные голограммы — основа прецизионных лазерно-голографических методов и средств контроля для оптической технологии / А. В. Лукин, В. А. Балоев, Н. П. Ларионов, А. Н. Мельников // Сборник трудов 12-й Международной конференции «Голография. Наука и практика». — Казань: КНИТУ-КАИ, 2015. — С. 43–45.
- [17] **Миронников, Н. Г.** Сравнение характеристик гибридных фотополимерных материалов «Гибример-Татс» и «ORMOCOMР», предназначенных для прямой лазерной записи / Н. Г. Миронников, В. П. Корольков, Д. И. Деревянко, В. В. Шекловников, А. Г. Полещук // Сборник трудов 13-й Международной конференции «ГОЛОЭКСПО-2016». — М.: МГТУ, 2016. — С. 161–165.
- [18] **Лукин, А. В.** Круговая делительная техника АО «НПО «ГИПО»: современное состояние, проблемы и перспективы / А. В. Лукин, А. Н. Мельников, Ю. П. Чугунов, А. П. Демин, Ю. Е. Семенов // Сборник трудов 13-й Международной конференции «ГОЛОЭКСПО-2016». — М.: МГТУ, 2016. — С. 49–51.
- [19] **Скиданов, Р. В.** Составные объективы из квазидифракционных линз / Р. В. Скиданов, Н. Л. Казанский, А. А. Морозов, С. Н. Хонина, С. Г. Волоотовский // Сборник трудов 13-й Международной конференции «ГОЛОЭКСПО-2016». — М.: МГТУ, 2016. — С. 39–43.
- [20] **Корешев, С. Н.** Проблемы синтеза голограмм-проекторов для фотолитографии / С. Н. Корешев, О. В. Никаноров, А. Д. Громов, И. Н. Корепин // Сборник трудов 9-й Международной конференции «ГОЛОЭКСПО-2012». — М.: МГТУ, 2012. — С. 17.
- [21] **Корешев, С. Н.** Методы увеличения разрешающей способности и глубины резкости синтезированных голограмм-проекторов / С. Н. Корешев, О. В. Никаноров, М. А. Фролова, Я. А. Новицкая // Сборник трудов 13-й Международной конференции «ГОЛОЭКСПО-2016». — М.: МГТУ, 2016. — С. 55–59.
- [22] **Венедиктов, В. Ю.** Применение цифровой голографии в голографической интерферометрии / В. Ю. Венедиктов, Д. В. Венедиктов, С. А. Пулькин, А. А. Севрюгин, И. М. Турсунов // Сборник трудов 13-й Международной конференции «ГОЛОЭКСПО-2016». — М.: МГТУ, 2016. — С. 52–54.
- [23] **Грейсух, Г. И.** Матричные фотоприемники в цифровых голографии и голографической интерферометрии / Г. И. Грейсух, Е. Г. Ежов, С. В. Казин, С. А. Степанов // Сборник трудов 14-й Международной конференции «ГОЛОЭКСПО-2017». — М.: МГТУ, 2017. — С. 49–51.
- [24] **Ган, М. А.** Голографическая коррекция aberrаций. История и современное развитие // Сборник трудов 5-й Международной конференции «ГОЛОГРАФИЯ ЭКСПО-2008». — М.: ООО «Голография-сервис», 2008. — С. 20.
- [25] **Грейсух, Г. И.** Дифракционные оптические элементы для апохроматизации и суперхроматизации оптических систем / Г. И. Грейсух, Е. Г. Ежов, С. В. Казин, С. А. Степанов // Сборник трудов 7-ой международной научно-практической конференции «Голография. Наука и практика». — М.: ООО «ГОЛОГРАФИЯ-СЕРВИС», 2010. — С. 69–74.
- [26] **Грейсух, Г. И.** Компактные пластиковые вариообъективы с дифракционными элементами / Г. И. Грейсух, Е. Г. Ежов, А. В. Калашников, И. А. Левин, С. А. Степанов // Сборник трудов 9-й Международной конференции «ГОЛОЭКСПО-2012». — М.: МГТУ, 2012. — С. 50–54.
- [27] **Грейсух, Г. И.** Дифракционно-рефракционные объективы для вакуумной ультрафиолетовой литографии / Г. И. Грейсух, Е. Г. Ежов, И. А. Левин, С. А. Степанов // Сборник трудов 8-й Международной конференции «ГОЛОЭКСПО-2011» — Беларусь, Минск: Институт физики НАН Беларуси, 2011. — С. 326–330.
- [28] **Грейсух, Г. И.** Дифракционная и дифракционно-рефракционная оптика фокусировки рентгеновского ондуляторного и лазерного излучения / Г. И. Грейсух, Е. Г. Ежов, С. В. Казин, С. А. Степанов // Сборник трудов 8-й Международной конференции «ГОЛОЭКСПО-2011». — Беларусь, Минск: Институт физики НАН Беларуси, 2011. — С. 344–348.
- [29] **Сеник, Б. Н.** Перспективы применения голограммных элементов для юстировки неосевых оптических систем / Б. Н. Сеник, Ю. П. Дорошина, С. Б. Одинокоев // Сборник трудов 13-й Международной конференции «ГОЛОЭКСПО-2016». — М.: МГТУ, 2016. — С. 24–27.
- [30] **Полещук, А. Г.** Интерферометрические методы контроля сферической, асферической и нетипичной оптики с применением синтезированных голограмм / А. Г. Полещук, Р. К. Насыров // Сборник трудов 13-й Международной конференции «ГОЛОЭКСПО-2016». — М.: МГТУ, 2016. — С. 44–48.
- [31] **Белокопытов, А. А.** Светосильные вогнутые голограммные дифракционные решетки с плоским полем для малогабаритных спектрометров / А. А. Белокопытов, А. В. Лукин, Л. А. Максакова, Э. Р. Муслимов, Ф. А. Саттаров, Н. М. Шигапова // Сборник трудов 12-й Международной конференции «Голография. Наука и практика». — Казань: КНИТУ-КАИ, 2015. — С. 127–129.
- [32] **Павлычева, Н. К.** Малогабаритные спектроанализаторы с голограммными дифракционными решетками // Сборник трудов 12-й Международной конференции «Голография. Наука и практика». — Казань: КНИТУ-КАИ, 2015. — С. 119–122.
- [33] **Скиданов, Р. В.** Дифракционные оптические элементы для регулируемого вращения микрообъектов / Р. В. Скиданов, С. В. Ганчевская // Сборник трудов 12-й Международной конференции «Голография. Наука и практика». — Казань: КНИТУ-КАИ, 2015. — С. 179–182.
- [34] **Шевцов, М. К.** Исследование опытных образцов голографического прицела по схеме ГОИ / М. К. Шевцов, С. Н. Корешев // Сборник трудов 12-й Международной конференции «Голография. Наука и практика». — Казань: КНИТУ-КАИ, 2015. — С. 130.
- [35] **Иванов, В. П.** Роль лазерно-голографических технологий в становлении и развитии основных наукоёмких научно-технических направлений в ГИПО (к 60-летию юбилею ГИПО) / В. П. Иванов, А. В. Лукин, А. И. Любимов, А. Н. Мельников, С. О. Мирумьянц, А. Р. Насыров, Ф. А. Саттаров, А. Ф. Скочилов // Тезисы докладов XIV международной конференции HOLOEXPO 2017. — М.: МГТУ, ООО МНГС, 2017. — С. 35–37.

- [36] **Полещук, А. Г.** Лазерные технологии для формирования структуры дифракционных оптических элементов / А. Г. Полещук, В. П. Вейко, В. П. Корольков // Тезисы докладов XIV международной конференции HOLOEXPO 2017. — М.: МГТУ, ООО МНГС, 2017. — С. 35–37.

Native diffractive optics in the mirror of the HOLOEXPO 2004–2017

G. I. Greisukh, E. G. Ezov, S. V. Kazin, S. A. Stepanov

Penza State University of Architecture and Civil Engineering, Penza, Russia

It is shown that diffractive optics was widely represented in all fourteen past HOLOEXPO conferences. At the same time, plenary and sectional reports covered practically all the directions of development of this optics, which later turned out to be the most promising ones. Considerable attention was paid to the solution of urgent scientific and technical problems with the help of hologram and diffraction elements.

Keywords: HOLOEXPO international conference, Diffractive optics, Hologram and diffractive optical elements.