

32. Оптическая система дополненной реальности на основе голограммного оптического элемента, встраиваемая в шлем скафандра космонавта

А. С. Перевозникова^{1, 2}, В. С. Кайдараква¹, К. И. Львова^{1, 2}, А. А. Болотова³, А. Н. Путилин²

¹ Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия

² Физический институт имени П. Н. Лебедева Российской академии наук, Москва, Россия

³ ООО «Исследовательский центр Самсунг», Москва, Россия

В работе представлена оптическая система дополненной реальности на основе голограммного оптического элемента (ГОЭ) для формирования изображения в шлеме скафандра космонавта. Авторами предложена биокулярный тип визуальной системы с пикопроектором в качестве источника излучения. Для переноса изображения на ГОЭ используется направленный диффузор. Поле зрения системы достигает 14°, и выходной зрачок — 120 мм.

Ключевые слова: Голограммные оптические элементы, дополненная реальность, космические технологии, скафандр космонавта, нашлемные системы.

Цитирование: **Перевозникова, А. С.** Оптическая система дополненной реальности на основе голограммного оптического элемента, встраиваемая в шлем скафандра космонавта / А. С. Перевозникова, В. С. Кайдараква, К. И. Львова, А. А. Болотова, А. Н. Путилин // HOLOEXPO 2019 : XVI международная конференция по голографии и прикладным оптическим технологиям : Тезисы докладов. — М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019. — С. 168–171.

В последнее время системы дополненной реальности стремительно врываются в наш мир и находят широкое применение в различных областях (мобильные технологии, медицина, военная техника, компьютерные игры и т. д.). Говоря о современных космических исследованиях, мы находим крайне актуальной задачу встраивания таких систем в шлем скафандра космонавта. Основной функцией этих систем является вывод вспомогательной информации на прозрачный экран шлема, что очень важно для работы в напряженных условиях выхода в открытый космос. Например, космонавту необходим удобный и быстрый доступ к такой информации, как показания датчиков состояния человека / среды внутри скафандра/снаружи скафандра (температура, давление, радиация...); распознавание объектов; ориентация относительно корабля (навигация, вывод карты корабля); вывод плана действий в экстренных ситуациях [1].

Представленная система принадлежит к биокулярному типу оптических систем. Основным свойством биокулярных систем является обеспечение двух одинаковых изображений от одного источника (т. е. с одной и той же перспективы). Биокулярные системы обладают одним из достоинств бинокулярных — надежностью различения, хоть и не обеспечивают глубины изображения. Излучение с источника излучения перенаправляет специальный комбайнер, представляющий собой голограммный оптический элемент (ГОЭ) [2].

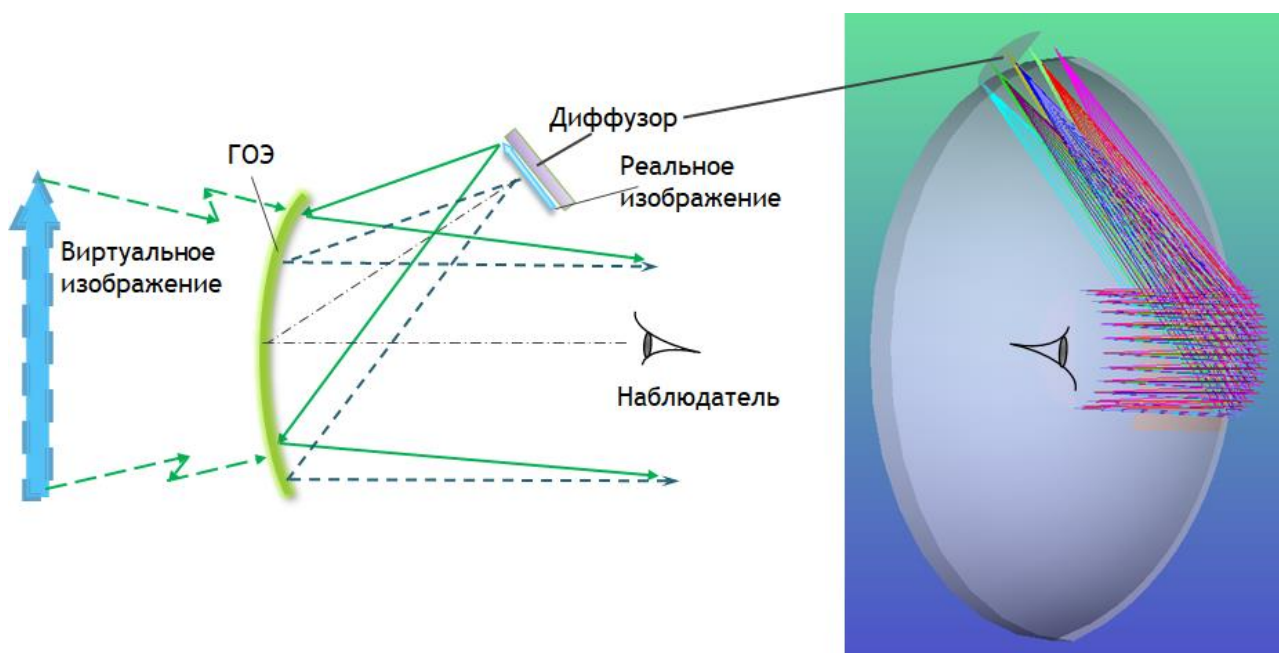


Рис. 1. Принципиальная схема системы дополненной реальности

В качестве источника излучения предлагается пикoprojectор, состоящих из трех лазеров (красный, синий, зеленый), излучение от которых собирается в один пучок и с помощью зеркальной сканирующей системы МЕМС проецируется в поле $40^\circ \times 22^\circ$. Пикoprojectор обладает некоторыми достоинствами над другими источниками излучения [3]:

- высокое разрешение,
- узкие спектральные полосы 2–3 нм,
- компактный размер,
- малая энергоёмкость.

Применение ГОЭ в системах дополненной реальности обусловлено тем, что они обладают рядом преимуществ по сравнению со стандартными оптическими элементами [4], такими как селективность по углу и длине волны, высокой дифракционной эффективности, значение которой может достигать 90 %, что позволяет формировать натуральное голографическое изображение, не вызывающее утомление глаз при продолжительном использовании устройства. Кроме того, ГОЭ пригодны для расположения непосредственно в поле зрения человека, так как они являются прозрачными и незаметными для глаз, что позволяет видеть окружающий мир сквозь них.

В данной работе приведен вариант решения поставленной задачи с внеосевым ГОЭ (рисунок 1). Излучение с пикoprojectора переносится специальной оптикой на диффузор, формируя промежуточное изображение. Затем излучение от диффузора попадает на ГОЭ, который перенаправляет его в область наблюдения космонавтом виртуального изображения, расположенного на дистанции 2,1 метров (рисунок 2).

Схема с внеосевым ГОЭ хороша тем, что между глазом наблюдателя и формируемым изображением не располагается никаких дополнительных элементов, которые потребовались бы для схемы устройства дополненной реальности с осевым голограммным элементом.

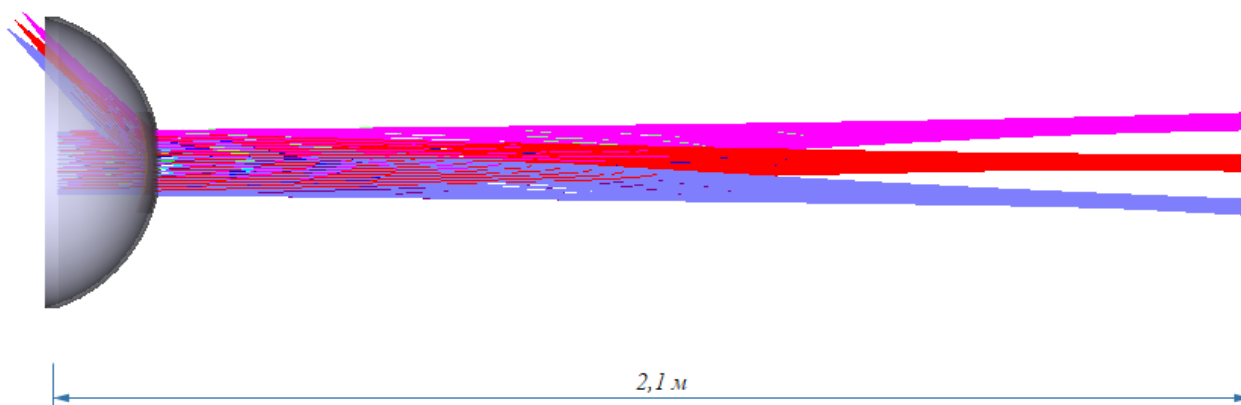


Рис. 2. Проекция изображения в системе дополненной реальности

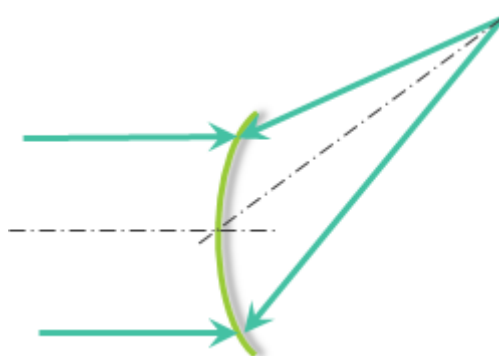


Рис. 3. Схема получения ГОЭ

А следовательно, отсутствуют потери на пропускание и препятствия в наблюдении объектов реального мира.

Получение такой голограммы осуществляется по внеосевой схеме (рисунок 3). Отражательная голограмма записывается во встречных пучках, одна из конструктивных точек которых находится условно в бесконечности, а вторая — под углом в 45° к оптической оси и на расстоянии 40 см.

В ходе моделирования получены следующие значения конструктивных параметров схемы: поле зрения — 10° , выходной зрачок — 120 мм. Стоит обратить внимание, что расстояние между зрачками (расстояние между зрачками глаз, от центра до центра) у большинства взрослых людей лежит в пределах от 54 до 68 мм. Таким образом выходной зрачок в 120 мм обеспечивает полное перекрытие обоих глаз космонавта. Поле зрения ограничивается отклонениями от угла Брэгга в полученном ГОЭ.

И в заключение стоит сказать, что предложенные схемы позволяют оптимизировать и упростить работу космонавта в условиях открытого космоса, визуализируя необходимые данные непосредственно в его поле зрения.

Использование голографического оптического выводного элемента позволяет эффективно перенаправить пучки лучей в область зрачка.

Дальнейшая оптимизация систем позволит подобрать наиболее комфортные параметры такого устройства дополненной реальности, которое сможет быть внедрено в стандартную комплектацию снаряжения космонавта.

Список источников

- [1] **Абрамов, И. П.** Скафандры и системы для работы в открытом космосе / И. П. Абрамов, Г. И. Северин, А. Ю. Сктоклицкий, Р. Х. Шарипов. — М.: Машиностроение, 1984. — 255 с.
- [2] **Путилин, А. Н.** Голографические оптические элементы в устройствах виртуальной реальности / А. Н. Путилин, А. В. Морозов, В. В. Дружин // Мир Голографии. — 2017. — Том 3. — № 1. — С. 35.
- [3] **Шишкин, И. П.** Разработка и исследование малогабаритных проекционных оптических систем высокого разрешения / Шишкин И. П. // Москва, 2017. — 142 с.
- [4] **Колфилд, Г.** Оптическая голография / Ж. Апрель, А. Арсено, Н. Баласубрамьян; пер. с англ. под ред. Г. Колфилда. — М. Мир, 1982. — Том 2. — 736 с.