

ОПТИЧЕСКАЯ СХЕМА МОНОХРОМНОГО НАГОЛОВНОГО ДИСПЛЕЯ НА БАЗЕ КОМПОЗИТНОГО ГОЛОГРАММНОГО ЭЛЕМЕНТА

Д.М. АХМЕТОВ¹

Научный руководитель: Э.Р. Муслимов, доцент, д.т.н.,

¹ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», 420111 К. Маркса 10, Казань, Россия;

В настоящей работе мы рассматриваем оптическую схему наголовного дисплея с вынесенным голографическим комбинером, разбитым на 4 независимо оптимизируемых элементарных поля. Показано, что данный элемент позволяет улучшить качество изображения до 12%.

Введение.

Проектирование оптико-электронных приборов с передовыми характеристиками в части чувствительности и разрешающей способности требует применения оптических систем с высокой светосилой, широким полем зрения и малым изменением ключевых оптических характеристик (увеличения, геометрических аберраций, потерь на отражение на поверхностях, потерь излучения из-за поглощения и рассеяния в материале оптических деталей, дифракционной эффективности и т.д.) по апертуре и полю зрения.

Проблема создания оптических систем с перечисленными характеристиками заключается в их ограничении рядом физических и технологических факторов, а также несовершенством существующих алгоритмов расчета и оптимизации.

В рамках работы предлагается решение данной проблемы путем перехода к новым способам проектирования и моделирования оптических систем, основанных на применении композитных голографических оптических элементов, позволяющих значительно повысить основные оптические характеристики изображающих систем.

Концепция изготовления композитных голографических оптических элементов базируется на создании голограммы, записываемой путем стыковки нескольких элементарных полей с изменением основных параметров записи в каждом элементарном поле.

Мы рассматриваем возможность использования такого элемента для улучшения качества изображения наголовного дисплея.

Расчет и моделирование оптической схемы дисплея.

Преимуществами наголовного дисплея с вынесенным голографическим комбинером являются полями широкое поле зрения и удобная компоновка с большим удалением выходного зрачка. Подобные дисплеи в нашем исполнении используются в авиации. Недостатками такого дисплея являются: монохромный режим работы, значительные децентрировки в системе, которые приводят к сложности производства и в коррекции аберраций. Особый интерес для подобных систем представляет использование композитных голограмм, поскольку условия восстановления голограммы значительно различаются для разных точек поля зрения.

При этом в каждом элементарном поле композитной голограммы изменяются такие параметры, как дифракционная эффективность, поляризационные, дисперсионные и аберрационные свойства. Для локального контроля указанных характеристик меняются следующие физические параметры: углы и расстояния в схеме записи; толщина и глубина модуляции структуры голограммы; аберрации, записывающего волнового фронта, который формируются внешним деформируемым зеркалом.

В качестве примера рассматривается схема дисплея, работающая в диапазоне 510-530 нм, с фокусным расстоянием 30,3 мм, полем зрения $24 \times 18^\circ$, выходным зрачком 6 мм. Выходной зрачок совпадает со зрачком глаза, и все расчеты проходят в обратном ходе лучей. На сферической поверхности комбинера задана отражающая голограмма. Эта голограмма делится на 4 квадранта, и записывается двумя точечными источниками, получаемые с

помощью диодного лазера с длиной волны 520 нм и вспомогательной оптики. В одном из пучков установлено вспомогательное деформируемое зеркало, форма поверхности которого оптимизируется отдельно для каждого квадранта.

Схема записи состоит из двух плеч . Первое плечо схемы включает в себя одиночный точечный источник на расстоянии 4111 мм до подложки отражающей голограммы и под углом 68.6°. Второе плечо включает точечный источник на расстоянии 54 мм до деформируемого зеркала, 100 мм до отражающей голограммы и под углом 70°. Форма зеркала описывается полиномами Цернике 2-4 порядка.

Схема работы оптической системы состоит из сферического голографического комбинера, проекционного объектива и светоизлучающей матрицы. Проекционная система состоит из 3 линз и используется 2 типа оптического стекла. Вторая и третья линзы наклонены и децентрированы, кроме того, первая и вторая линзы имеют асферические поверхности. Светоизлучающая матрица наклонена.

Для сравнения мы используем точечные диаграммы. Анализ качества изображения показал, что при деформации вспомогательного зеркала не более 1 мм можно уменьшить среднеквадратический радиус пятен рассеяния с 5.8 до 5.3 мкм и с 14,8 до 12,7 мкм для центра и края поля зрения, соответственно.

Выводы.

В ходе работы была рассчитана и промоделирована оптическая схема дисплея с вынесенным голографическим комбинером, разбитым на 4 независимо оптимизируемых элементарных поля.

Показана возможность использования композитного голографического оптических элемента в такой схеме. Анализ качества изображения показал, что при деформации вспомогательного зеркала не более 1 мм позволяют уменьшить среднеквадратический радиус пятен рассеяния с 5.8 до 5.3 мкм и с 14,8 до 12,7 мкм для центра и края поля зрения, соответственно. Таким образом, повышение показателей качества изображения составляет около 12%.

Ахметов Д.М. (автор)

Подпись

Муслимов Э.Р. (научный руководитель)

Подпись