

УДК 681.786.3, 535.312.3, 004.94

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ УЗЛОВ  
АБСОЛЮТНОГО ОПТИЧЕСКОГО ЭНКОДЕРА.**

**Виссарионова Е.С. , Кузнецов В.Н.** (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО» )

**Научные руководители к.т.н Дейнека И.Г., к.т.н Мухтубаев А.Б.** (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Исследование направлено на выявление необходимых оптических и электронных параметров, и подбор оптимальных компонентов прецизионного оптического энкодера абсолютного типа с помощью компьютерного моделирования на основе экспериментальных исследований. Обоснование выбора электронных компонентов производилось исходя из расчетов компьютерных моделей, эмулирующих энкодер на базе одноразрядной светочувствительной матрицы. Модель разрабатывалась на основе экспериментальных данных, полученных путем перемещения и фотографирования кодирующей структуры, расположенной на измерительном лимбе, и фиксации угла поворота, соответствующего каждому сделанному изображению. Возможность использования оптических компонентов определялась исходя из расчетов компьютерной модели оптической схемы энкодера, с помощью которой было получено ожидаемое изображение на матрице. С учетом разработанной модели энкодера были определены основные геометрические параметры оптической матрицы, которые необходимы для построения на ее основе оптического энкодера.

**Введение.** На сегодняшний день параметры оптических датчиков угла поворота зарубежной компании Renishaw типа RESOLUTE превосходят остальные мировые аналоги в части точности системы и максимальной скорости вращения. Отечественные фирмы не производят энкодеры подобного типа, несмотря на наличие рынка и высокий спрос на высокоточные оптические энкодеры. В рамках разработки прецизионного абсолютного энкодера открытого типа были созданы компьютерные модели оптической схемы и считывающей головки на базе однорядной оптической матрицы. На основе результатов работы созданных моделей исследуются готовые компоненты, необходимые для создания прототипа оптического энкодера.

**Основная часть.** Структурно проектируемый оптический энкодер состоит из источника оптического излучения, оптической схемы, измерительного лимба с кодирующей структурой и светочувствительной матрицы. Свет, проходя через оптическую схему, отражается или поглощается кодирующей структурой, расположенной на поверхности лимба и попадает на линейную матрицу, состоящую из набора фотодиодов. Для создания опытного образца описанной системы необходимо осуществить подбор оптимальных параметров входящих в ее состав оптоэлектронных узлов. Для этого были разработаны компьютерные модели считывающей головки энкодера и оптической схемы.

Экспериментальные данные для верификации работы моделей были получены путем поворота освещенной кодирующей структуры со штрихами шириной 10-20 мкм относительно неподвижно расположенной матрицы с объективом 10 крат с измерением угла поворота на гониометре Г5. Изображение с помощью видеоредактора преобразовывалось в видеоряд, имитирующий движение кодирующей структуры.

Экспериментальные данные обрабатывались в симуляционной модели в Matlab Simulink. Для эмуляции работы энкодера разработаны соответствующие блоки, преобразующие исходный видеоряд в фиксируемую пикселями матрицы интенсивность света, в соответствии с их геометрическими размерами. Результаты преобразования далее используются для разработки алгоритмов обработки изображения и вычисления текущего угла поворота измерительного лимба. В модели предусмотрена возможность регулировать геометрические размеры эмулируемой матрицы, тем самым позволяя проводить оценку применимости существующих светочувствительных матриц в составе оптического энкодера.

Оптическая схема энкодера спроектирована на основе набора линз, позволяющих расположить отраженное от кодирующей структуры излучение в рамках однорядной матрицы. Наиболее оптимальная по размерам, трудоемкости изготовления и типу преобразования изображения оптическая модель рассчитана в COMSOL Multiphysics. При излучении лазерного диода диаметром 1 мм изображение растягивается до 15 мм по оси X и сжимается до 0,13 мм по оси Y, на краях присутствует отрицательная дисторсия. Такой результат достигается при использовании серийно выпускаемых оптических компонентов Thorlabs: отрицательной линзы, двух цилиндрических линз, зеркала для оптимизации габаритов корпуса. На основе оптической модели создан предварительный концепт конструкции. Габаритные размеры конструкции составляют 90x64x24 мм.

**Выводы.** По результатам компьютерного исследования для будущего прототипа энкодера рассчитаны геометрические параметры оптической системы, длина оптического пути (от кодирующей структуры до матрицы) составляет 81 мм. Определены наиболее подходящие оптические компоненты, получено ожидаемое изображение кодирующей структуры на матрице. Для программной обработки планируется использовать наименее искаженную абберациями часть изображения кодирующей структуры размерами 10x0,2 мм. Для отработки алгоритмов вычисления угла поворота по зафиксированному изображению кодирующей структуры, а также подбора геометрических параметров пиксела светочувствительной матрицы создана модель в пакете Matlab Simulink.

Разработанные компьютерные модели создают задел для проектирования абсолютного оптического энкодера открытого типа, а также в краткие сроки позволяют провести оценку применимости оптоэлектронных узлов и конструктивных решений при заданных технических требованиях.

Виссарионова Е.С. (автор)

\_\_\_\_\_

Мухтубаев А.Б. (научный руководитель)

\_\_\_\_\_