

[слайд с названием работы] Уважаемые члены государственной аттестационной комиссии, вашему вниманию представляется работа на тему «Исследование и разработка алгоритмов расчёта лучей через негладкие оптические поверхности».

Негладкие оптические поверхности используются в оптических приборах уже достаточно давно, и находят всё новые применения. Например, линзы Френеля используются при конструировании высококонтрастных проекционных мониторов. В программах проектирования оптических систем в стандартном наборе поверхностей должны быть поверхности такого типа. Таким образом, задача построения точных и быстрых алгоритмов расчёта лучей через негладкие поверхности является весьма актуальной.

[слайд 1] Задача данной работы заключается в разработке алгоритмов расчёта лучей через нерегулярные поверхности, которые можно разделить на три группы:

- поверхности линз Френеля (с плоским макропрофилем и с макропрофилем в виде кривой второго порядка);
- поверхности дифракционных решёток (с треугольным, прямоугольным и синусоидальным профилем);
- идеальный случай нерегулярных поверхностей, при рассмотрении которого размеры дорожек считаются пренебрежимо малыми и расчёт происходит, как через обычную линзу или плоскопараллельную пластинку.

[слайд 2] Все задаваемые параметры можно условно разделить на параметры системы (пучок лучей, тип предмета или изображения и т.д.) и конструктивные параметры оптических деталей.

Для задания параметров линз Френеля необходимо указать глубину дорожек и форму главного макропрофиля, задаваемую посредством радиуса кривизны и квадрата эксцентриситета.

[слайд 3] Для дифракционных решёток входными параметрами являются:

- частота дорожек (в линиях на мм)
- угол дорожек с осью ОУ;
- угол блеска, который задается для решёток с прямоугольным и треугольным профилем штриха;
- рабочий порядок дифракции.

Кроме того, изменяя радиус кривизны поверхности подложки можно моделировать работу вогнутых дифракционных решёток.

[слайд 4] Параметры всей системы представлены на плакате 4. Форма пучка лучей, проходящего через оптическую систему, может быть задана различными способами:

- точки лучей расположены по прямой в сагиттальной плоскости;
- точки лучей расположены по прямой в меридиональной плоскости;
- точки лучей расположены по окружности в плоскости предмета.

Также, конструктор может задавать расходимость, определяемую начальным и конечным углом.

По заданным параметрам оптической системы и деталей производится расчёт хода нулевых и действительных лучей. Особенностью алгоритма является чет дифракции луча на дифракционной решетке не только для реальных, но и для нулевых лучей.

[слайд 5] Рассмотрим подробнее расчёт хода действительных лучей через негладкие поверхности, основанный на известном алгоритме расчета луча через поверхности второго порядка. Как видно из блок-схемы, представленной на плакате 5, базовый алгоритм разделяется на три шага:

- преобразование координат луча в систему координат данной поверхности;
- нахождение точки встречи луча с поверхностью II порядка;
- нахождение преломлённого луча.

[слайд 6] В зависимости от типа моделируемой негладкой поверхности изменяются различные этапы этого алгоритма. Так для поверхности линзы Френеля этот алгоритм примет вид, представленный на плакате. Здесь модификация базового алгоритма производится на этапе **нахождения точки встречи** луча с поверхностью. Этот этап подразделяется на 3 шага:

- производится нахождение точки пересечения луча с поверхностью макропрофиля линзы Френеля;
- по высоте полученной на первом этапе точки определяется номер дорожки, в которой происходит пересечение луча;
- вычисляется величина остаточного смещения, необходимого для пересечения луча с поверхностью линзы.

[слайд 7] Иначе выглядит алгоритм для трассировки луча через дифракционную поверхность. Как видно из блок-схемы, здесь модифицируется этап **преломления** луча, состоящий из нескольких шагов:

- восстановление микрорельефа поверхности в точке пересечения луча;
- определение попадания луча на рабочую грань штриха;
- вычисление преломлённого луча с учётом явления дифракции.

[слайд 8] В рамках данной работы была создана объектно-ориентированная модель оптической системы, в основе которой лежит абстрактный класс оптическая поверхность (COSurface). В данном классе реализованы методы расчёта хода действительных лучей и вычисления параксиальных характеристик через регулярные поверхности II порядка.

Алгоритмы расчёта хода лучей через нерегулярные поверхности содержатся в классах-наследниках от класса поверхности, а именно в классах дифракционной поверхности (CGratingSurface) и поверхности линзы Френеля (CFresnelSurface).

Оптические поверхности входят в состав оптической детали (CODetail), а детали составляют оптическую систему (COpticalSystem). Этот класс предоставляет возможность расчёта хода лучей и гауссовых характеристик для всей оптической системы в целом.

[слайд 9] Результатами работы программы являются:

- характеристики оптической системы в гауссовой области;
- координаты лучей на каждой поверхности оптической системы, а, также, в плоскости изображения;
- точечные диаграммы.

Также для наглядности пользователь может посмотреть схему оптической системы.

[слайд 10] Сравнение результатов с пакетом для автоматизированного проектирования оптических систем Zemax показало, что результаты совпадают с точностью до знаков выводимых в Zemax-e.

Таким образом, в данном приложении реализованы алгоритмы для вычисления параксиальных характеристик и трассировки лучей через оптическую систему, включающую не только сферические, но и негладкие поверхности. Также, создана объектно-ориентированная модель оптической системы, обеспечивающая возможность использования реализованных алгоритмов в каком-либо современном пакете для автоматизированного проектирования оптических систем, таком как OPAL, разрабатываемом сейчас на кафедре Прикладной и Компьютерной Оптики. Доклад окончен.