

УДК 004.94, 004.92, 535.24

## ОБЗОР МЕТОДОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДВУНАПРАВЛЕННОЙ ФУНКЦИИ РАССЕЯНИЯ ШЕРОХОВАТОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Соколов В.Г. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к. т. н., доцент Потемин И. С. (Университет ИТМО)

Поверхности с микронеровностями широко используются в современном приборостроении. Точное описание светорассеивающих свойств таких поверхностей является важным компонентом в моделировании оптических приборов. Таким образом, выбор оптимального метода для восстановления светорассеяния - двунаправленной функции рассеяния (ДФР) шероховатых поверхностей для конкретного применения и различных типов шероховатых поверхностей есть важная задача, чему и посвящена данная работа.

**Введение.** Шероховатые поверхности, чаще всего применяются на поверхностях в светопроводящих пластинах, где светорассеяние происходит внутри материала. Этот факт затрудняет прямое измерение функций светорассеяния, из-за невозможности поместить элементы измерительного прибора внутрь материала и паразитных переотражений света. Эти проблемы привели к разработке большого количества непрямых методов восстановления двунаправленных функций рассеяния, что затрудняет выбор пользователю оптимального решения, поэтому здесь рассматриваются наиболее широко известные и точные методы восстановления ДФР на базе реальных образцов шероховатой поверхности.

**Основная часть.** В данной работе анализируется широкий спектр существующих решений восстановления ДФР шероховатой поверхности, как на основе волновой оптики (Kirchhoff аппроксимация), так и лучевой оптики (Монте-Карло трассировки луча на микрофасетной модели шероховатой поверхности с приобразовании света на основе формул Френеля), исследуются аналитические (“GGX” – улучшенная Cook-Torrance модель) и численные методы (“Нормалей”, “Высот”), рассматриваются методы восстановления основанные на измерении профиля шероховатой поверхности с последующей оптимизацией (фильтрации и масштабирования). Оценка всех выбранных методов основывается на восстановлении реальных образцов с разными численными параметрами шероховатой поверхности (средне квадратичного отклонения, как пример), от достаточно гладких поверхностей до грубых поверхностей с микронеровностями многократно превышающими длину волны света. Для проверки качества ДФР восстановления и оценки различных методов восстановления используются реальные измеренные данные углового светорассеяния с помощью которых проводится количественное сравнение исследуемых методов. Для визуальной оценки качества восстановленных ДФР синтезированы изображения тест объектов с шероховатыми поверхностями помещенных в реалистичные условия наблюдения и освещения.

**Выводы.** В результате проведенных исследований проведен анализ существующих методов восстановления, сделана оценка их преимуществ и недостатков. Для апробации выполнено восстановление ряда реальных образцов шероховатой поверхности широким спектром различных методов, проведено количественное и качественное сравнение результатов измерений и моделирования. Для образцов с малыми шероховатостями практически все методы показали хорошие результаты. Для более грубых образцов численные метод восстановления с помощью восстановления “Высот” предпочтителен и в целом может быть рекомендован для моделирования, где требуются особо точные решения и качественная визуализация.

Соколов В.Г. (автор)

Потемин И.С. (научный руководитель)