

## РАСЧЁТ РЕЛЬЕФА ОТРАЖАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ПО ЗАДАННОМУ РАСПРЕДЕЛЕНИЮ ИНТЕНСИВНОСТИ СВЕТА НА ЭКРАНЕ

Застоина А. А.<sup>1</sup>, Муляков Д. И.<sup>1</sup>

Научный руководитель – докт. техн. наук, профессор Стафеев С. К.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Университет ИТМО

[anastasiazastoina@gmail.com](mailto:anastasiazastoina@gmail.com), [dima.mulyakov@gmail.com](mailto:dima.mulyakov@gmail.com)

### Введение

Магическое зеркало (*Макуоһ*) — это бронзовое зеркало с оптически гладкой отражающей поверхностью, на которой присутствует слабовыраженный микрорельеф, связанный с рельефом тыльной стороны изделия. При освещении зеркала квазипараллельным пучком света данный микрорельеф проявляется в виде пространственного распределения интенсивности отражённого излучения, наблюдаемого на удалённом экране. Эффект используется в Макуоһ-топографии для качественного и количественного анализа формы отражающих поверхностей. В настоящей работе магическое зеркало рассматривается как модельный объект для расчёта микрорельефа отражающей поверхности по распределению интенсивности отражённого света.

### Основная часть

Задача состоит в восстановлении микрорельефа отражающей поверхности магического зеркала по зарегистрированному распределению интенсивности в плоскости экрана. Предполагается, что формирование изображения происходит в условиях малых углов падения и малых высотных флуктуаций рельефа, характерных для магических зеркал. В этих условиях яркостная картина определяется локальными вариациями кривизны поверхности зеркала.

Расчёт рельефа выполняется итерационным численным методом [2], в котором профиль поверхности последовательно уточняется до согласования смоделированного и экспериментального распределений интенсивности. В качестве алгоритма оптимизации используется градиентный спуск с яркостно-независимой функцией потерь [1], что позволяет исключить влияние абсолютного уровня освещённости и сосредоточиться на геометрических особенностях микрорельефа магического зеркала. В результате восстанавливается форма поверхности, ответственная за наблюдаемый Макуоһ-эффект.

Корректность численного расчёта косвенно проверяется на основе сравнения результатов, полученных для распределений интенсивности, зарегистрированных при прямом и обращённом волновых фронтах при голографическом воспроизведении магического зеркала. Восстановленные карты микрорельефа оказываются инвертированными по знаку, что соответствует физическому смыслу обращения волнового фронта.

### Выводы

Проведен численный расчёт микрорельефа магического зеркала по заданному распределению интенсивности отражённого света. Предложенный подход может быть использован для количественного анализа магических зеркал и в задачах Макуоһ-топографии отражающих поверхностей.

### Литература

1. Досколович Л.Л., Моисеев М.А. Градиентный расчет преломляющей сплайн-поверхности из условия формирования заданного распределения освещенности // Компьютерная оптика. 2009. Т. 33, № 1. С. 37–42.
2. Chen N., Wang C., Heidrich W. Differentiable Holography. 2023.  
<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2873735/v1>