

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ УНИВЕРСАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДВУНАПРАВЛЕННОЙ ФУНКЦИИ РАССЕЯНИЯ

Поверхности со сложным светорассеянием, например, такие как шероховатые поверхности или оптические краски широко используются в современном приборостроении. Оптические свойства таких поверхностей описываются с помощью двунаправленных функций рассеяния (ДФР), которые широко используются при моделировании оптических приборов и в компьютерной графике. Таким образом разработка и моделирование точного и универсального устройства для измерений ДФР является важной задачей.

Введение. Двунаправленная функции рассеяния представляют собой многомерную функцию со сложной формой, которая определяет распределение коэффициента яркости во всем угловом пространстве в зависимости от направлений освещения. ДФР является основным средством для описания оптических свойств элементов со светорассеивающими свойствами. Основным источником получения ДФР являются измерения, однако на современном рынке не существует универсальных и эффективных приборов для измерения ДФР. В данной работе предлагается модель универсального устройства для измерения ДФР не имеющая аналогов и позволяющая измерять ДФР с поддержкой измерений поляризационных и флюоресцентных свойств, а также предлагается эффективная компьютерная модель этого устройства, которая позволяет быстро и эффективно моделировать измерения ДФР с оценкой точности.

Основная часть. В данной работе исследуются особенности ДФР и все проблемы, связанные с измерением ДФР [1], анализируются существующие устройства в области измерений ДФР от ведущих производителей [2], исследуются их достоинства и недостатки, а также предлагается оригинальная оптическая схема малогабаритного универсального устройства для измерения ДФР с описанием её отдельных узлов и преимуществ конструкции. Для моделирования таких систем с рассеянным светом требуются сложные компьютерные модели с использованием специальных подходов к световому моделированию и применением современных методов расчёта рассеянного света из-за малой эффективности таких моделей. В данной работе предлагается:

- 1) эффективная компьютерная модель установки для измерения ДФР, основанная на прямой трассировке лучей методом Монте Карло с использованием множества виртуальных детекторов света [3]
- 2) методика декомпозиции компьютерной модели установки для измерения ДФР на осветительный и приемную часть с целью ускорения вычислений без потери точности моделирования.
- 3) методика расчета допусков для базовых параметров модели установки измерения ДФР и оценка точности измерений.
- 4) визуальная и численная верификация разработанной компьютерной модели установки для измерений ДФР на основе сравнения изображений объектов с ДФР полученных в результате компьютерного моделирования и прямых измерений. Синтез изображений осуществляется с помощью высокоточной и эффективной гибридной трассировки лучей [4], позволяющей получать изображения фотографического качества для моделей любой сложности.

Выводы. В результате проведённых исследований выполнен анализ существующих устройств измерения ДФР, сделана оценка их преимуществ и недостатков, представлена универсальная и оригинальная модель портативной установки для измерений ДФР, более функциональная чем существующие аналоги. Для верификации передоложенного устройства используется эффективная компьютерная модель, позволяющая оценить точность измерений на основе численного и визуального сравнения с теоретическими и измеренными ДФР.

Список использованных источников:

1. Bartell, F.O., Dereniak, E.L. and Wolfe, W.L., "The Theory And Measurement Of Bidirectional Reflectance Distribution Function (Brdf) And Bidirectional Transmittance Distribution Function (BTDF)," Proc. SPIE 0257, Radiation Scattering in Optical Systems, (3 March 1981). <https://doi.org/10.1117/12.959611>
2. Sokolov V., Potemin I.S., Zhdanov D.D., Ершов С., Zhdanov A.D. Portable setup for effective measurement of the surface light-scattering properties // Proceedings of SPIE - 2022, Vol. 12315, No. 123150L(20 December 2022), pp. 123150L
3. Harrison, R.L., "Introduction to monte carlo simulation," AIP Conference Proceedings 1204, 17-21 (2010). <https://doi.org/10.1063/1.3295638>
4. Jensen, H.W. and Hashisuka, T., "Stochastic progressive photon mapping," ACM Trans. Graph. 28(5), 141:1-141:8 (2009). <https://doi.org/10.1145/1618452.1618487>