

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

# КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Оптическая визуализация



Е. А. Никулин



E.LANBOOK.COM

Е. А. НИКУЛИН

# КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА ОПТИЧЕСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

*Издание второе, стереотипное*

**РЕКОМЕНДОВАНО**

*Ученым советом Нижегородского государственного  
технического университета им. Р. Е. Алексеева  
в качестве учебного пособия для студентов  
направления подготовки  
«Информатика и вычислительная техника»*



**ЛАНЬ**

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
МОСКВА  
КРАСНОДАР  
2023

УДК 004.92  
ББК 32.81я73

**Н 65** Никулин Е. А. Компьютерная графика. Оптическая визуализация : учебное пособие для вузов / Е. А. Никулин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 200 с. : ил. — Текст : непосредственный.

**ISBN 978-5-507-47029-7**

В книге излагаются основы оптической визуализации как метода представления числовой информации в виде, удобном для зрительного восприятия. В пяти разделах раскрываются понятия света и цвета, включая элементы фотометрии, физические и психо-физиологические основы цвета и обзор источников света; рассматриваются задачи геометрической оптики, включая распространение световых лучей, расчёт их пересечений с различными поверхностями и построение оптических эффектов — теней, отражений и преломлений на поверхностях; представлены популярные модели математического описания цвета и взаимных преобразований моделей; модели освещения, отражения и функции закрашки поверхностей, создающие ощущение реалистичности изображений компьютерно синтезированных объектов. В заключение рассмотрены методы прямой и обратной трассировки лучей, включая рекурсивный метод на основе приоритетного стека трассировки.

Книга предназначена студентам, аспирантам, преподавателям вузов и всем специалистам, как постигающим оптические аспекты компьютерной графики, так и разрабатывающим новые алгоритмы и прикладные программы, способные создавать реалистичные изображения виртуального мира.

УДК 004.92  
ББК 32.81я73

Обложка  
Е. А. ВЛАСОВА

© Издательство «Лань», 2023  
© Е. А. Никулин, 2023  
© Издательство «Лань»,  
художественное оформление, 2023

# СОДЕРЖАНИЕ

ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СООТНОШЕНИЯ .....	5
АББРЕВИАТУРЫ .....	9
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>10</b>
<b>1. СВЕТ И ЦВЕТА</b> .....	<b>11</b>
1.1. Свет и фотометрические величины .....	11
1.2. Физические и психофизические основы цвета .....	20
1.3. Источники света .....	27
1.3.1. Законы и свойства теплового излучения .....	27
1.3.2. Естественные источники света .....	34
1.3.3. Искусственные источники света .....	38
<b>2. ЗАДАЧИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИКИ ..</b>	<b>41</b>
2.1. Введение в задачи лучевой оптики .....	41
2.2. Пересечение луча с поверхностью .....	44
2.3. Отражение луча от поверхности .....	50
2.4. Преломление луча на поверхности .....	52
2.5. Лучевые методы построения оптических эффектов .....	56
2.5.1. Тень .....	62
2.5.2. Отражение .....	89
2.5.3. Преломление .....	105
<b>3. ЦВЕТОВЫЕ МОДЕЛИ</b> .....	<b>123</b>
3.1. Модели RGB и RGBA .....	124
3.2. Модели CMY и CMYK .....	130
3.3. Модели HSV .....	134

<b>4. МОДЕЛИ ОСВЕЩЕНИЯ, ОТРАЖЕНИЯ и ФУНКЦИИ ЗАКРАСКИ .....</b>	<b>139</b>
<b>5. МЕТОДЫ ТРАССИРОВКИ ЛУЧЕЙ .....</b>	<b>153</b>
<b>5.1. Прямая трассировка лучей .....</b>	<b>153</b>
<b>5.2. Обратная трассировка лучей .....</b>	<b>158</b>
<b>5.3. Рекурсивный алгоритм обратной трассировки .....</b>	<b>168</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>194</b>
<b>БИБЛИОГРАФИЯ .....</b>	<b>195</b>