

УДК 621.383.8:004.942 + 004.353.256

Г 936

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор *Ю.В. Чугуй*  
канд. техн. наук, доцент *Е.Н. Денежкин*  
д-р физ.-мат. наук, профессор *Л.А. Борыняк*

**Гужов В.И.**

Г 936 Компьютерная голография: монография / В.И. Гужов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018. – 270 с. (Серия «Монографии НГТУ»).

ISBN 978-5-7782-3718-6

В монографии излагаются основы получения оптических голограмм, методы регистрации голограмм и цифровые алгоритмы восстановления волновых полей из голограмм; рассматриваются вопросы дискретизации голограмм с помощью обобщенных функций; показаны реализация процесса восстановления изображений при расшифровке полученных классическим способом голограмм и методы получения и расшифровки цифровых голограмм с помощью методов пошагового фазового сдвига. Компьютер при этом используется не только для обработки, но и для управления процессом получения голографических картин.

Монография предназначена для научных работников и студентов, специализирующихся в области оптики, интерферометрии и голографии, а также для широкого круга специалистов, в сферу интересов которых входит обработка изображений.

УДК 621.383.8:004.942 + 004.353.256

ISBN 978-5-7782-3718-6

© Гужов В.И., 2018  
© Новосибирский государственный  
технический университет, 2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	7
Библиографический список к введению .....	12
<b>Глава 1. Основы голографии</b> .....	15
Библиографический список к главе 1 .....	34
<b>Глава 2. Математическая модель голографического процесса</b> .....	35
2.1. Основные этапы голографического процесса .....	35
2.2. Виды электромагнитных волн .....	37
2.3. Математическая модель распространения света в пространстве .....	57
2.4. Интерференция волн .....	73
2.5. Регистрация голограмм .....	80
2.6. Восстановление волнового фронта из голограммы .....	83
2.7. Необходимое пространственное разрешение при регистрации голограммы .....	87
Библиографический список к главе 2 .....	92
<b>Глава 3. Дискретизация голограмм</b> .....	95
3.1. Основные свойства преобразования Фурье .....	96
3.2. Основные свойства обобщенных функций .....	100
3.3. Свойства некоторых обобщенных функций, необходимых для дискретизации .....	107
3.4. Определение свертки и произведения обобщенной функции с обычной функцией .....	119
3.5. Идеальная дискретизация .....	123
3.6. Необходимые условия дискретизации функций (теорема Котельникова) .....	125
3.7. Восстановление непрерывных сигналов по дискретным отчетам .....	131
3.8. Дискретизация сигналов в реальных системах .....	133
Библиографический список к главе 3 .....	142



<b>Глава 4. Компьютерное моделирование голографического процесса</b>	<b>143</b>
4.1. Представление преобразования Фурье в дискретной форме	144
4.1.1. Свойства дискретного преобразования Фурье	147
4.1.2. Быстрое преобразование Фурье	152
4.1.3. Алгоритм Блестейна (Bluestein) для вычисления дискретного преобразования Фурье над произвольным количеством точек	158
4.1.4. Быстрое преобразование Фурье для четного количества точек	163
4.1.5. Матричное дискретное преобразование Фурье	166
4.2. Представление преобразования Френеля в дискретной форме	167
4.2.1. Особенности расчета преобразования Френеля при моделировании голограмм	173
4.2.2. Зоны действия дискретных преобразований Френеля и Фурье	177
4.3. Компьютерное моделирование плоских и сферических волновых полей	183
4.4. Компьютерное моделирование голографического процесса в области Фраунгофера	186
4.5. Устранение нулевого порядка дифракции при диффузном рассеивании поверхности объектов	191
4.6. Методы подавления нулевого порядка дифракции на основе цифровой фильтрации голограммы	195
4.7. Методы подавления нулевого порядка дифракции на основе образования реплик сигнала	198
Библиографический список к главе 4	201
<b>Глава 5. Восстановление амплитуды и фазы объекта по математической голограмме</b>	<b>203</b>
5.1. Определение разности фаз методом пошагового фазового сдвига (PSI)	203
5.2. Определение амплитуды объектного пучка методом пошагового фазового сдвига	214
5.3. Восстановление комплексной амплитуды волнового фронта, отраженного от объекта по математической голограмме	223
5.4. Влияние числа уровней квантования на качество восстановления комплексной амплитуды объектной волны	227
Библиографический список к главе 5	229



<b>Глава 6. Использование методов компьютерной голографии для экспериментальных исследований.....</b>	<b>231</b>
6.1. Использование коммерческих фотокамер для ввода голограмм.....	232
6.2. Устройства для внесения управляемого фазового сдвига.....	236
6.3. Расшифровка аналоговых голограмм, зафиксированных на фотопластинке.....	243
6.3.1. Модификация оптического микроскопа для ввода голограмм.....	243
6.3.2. Расшифровка аналоговых голограмм.....	248
6.3.3. Расшифровка голограмм при разных углах между интерферирующими полосами .....	253
6.4. Регистрация и восстановление цифровых голограмм .....	256
Библиографический список к главе 6 .....	260
Заключение.....	262