

# Содержание

<b>Введение</b> .....	10
<b>Глава 1. Классификация видимых и скрытых оптических элементов и изображений защитных голограмм</b> .....	22
1.1. Общие сведения о методах получения защитных голограмм .....	22
1.1.1. Аналоговый метод получения защитных голограмм на основе радужных голограмм Бентона .....	22
1.1.2. Цифровой метод получения защитных голограмм по технологии дот-матрикс .....	23
1.1.3. Цифровой метод получения защитных голограмм по технологии электронно-лучевой литографии .....	25
1.1.4. Основные этапы серийной технологии изготовления защитных голограмм .....	26
1.2. Основные типы элементарных дифракционных и голограммных оптических элементов, используемых при получении защитных голограмм .....	28
1.3. Основные типы видимых изображений, восстанавливаемых с защитных голограмм при визуальном наблюдении .....	31
1.3.1. Двумерные (плоские) изображения типа 2D .....	31
1.3.2. Двухплановые стереоизображения типа 2D/3D .....	31
1.3.3. Трехмерные изображения типа 3D .....	32
1.3.4. Двухракурсные изображения типа 2D/3D с эффектом переключения .....	32
1.3.5. Изображения в псевдонатуральных цветах .....	32
1.3.6. Изображения, воспроизводящие динамические эффекты псевдодвижения отдельных элементов и деталей (кинеграммы) .....	32
1.4. Основные типы скрытых изображений, восстанавливаемых с защитных голограмм с помощью оптических приборов для визуального наблюдения .....	33
1.4.1. Скрытые изображения в виде микротекстов и нанотекстов .....	34
1.4.2. Скрытое изображение в виде линзы Френеля .....	34
1.4.3. Скрытые изображения, воспроизводимые лазерными оптическими приборами для визуального наблюдения .....	36
<b>Глава 2. Методы кодирования—декодирования скрытых изображений, получаемых в виде дополнительных субголограмм на защитных голограммах</b> .....	40
2.1. Оптический аналоговый метод кодирования—декодирования скрытых изображений с помощью амплитудно-фазовых масок при получении субголограмм .....	40

2.1.1. Оптическая схема получения субголограмм амплитудно-фазовой кодирующей маской в предметной ветви .....	44
2.1.2. Оптическая схема получения субголограмм с амплитудно-фазовой кодирующей маской в опорной ветви .....	48
2.1.3. Анализ влияния погрешности позиционирования амплитудно-фазовой кодирующей маски при восстановлении с субголограмм скрытых кодированных изображений .....	50
2.2. Оптико-цифровой метод кодирования—декодирования скрытых изображений с помощью амплитудного транспаранта при получении субголограмм .....	56
2.2.1. Классификация скрытых кодированных бинарных изображений, получаемых в виде дополнительных субголограмм на защитных голограммах .....	59
2.2.2. Цифровой метод формирования и обработки входного и эталонного скрытых кодированных бинарных изображений, восстановленных с субголограмм .....	60

<b>Глава 3.</b> Оптические и оптико-электронные приборы для визуального контроля подлинности защитных голограмм со скрытыми изображениями .....	63
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

3.1. Оптические и оптико-электронные приборы российских производителей .....	63
3.2. Оптические и оптико-электронные приборы зарубежных производителей .....	70

<b>Глава 4.</b> Обобщенная структурная схема оптико-электронного прибора для автоматического контроля подлинности защитных голограмм со скрытыми кодированными изображениями .....	77
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

4.1. Идентификация и контроль подлинности защитных голограмм методом сравнения входного и эталонного скрытых кодированных изображений .....	79
4.2. Структурная схема оптико-электронного прибора для автоматического контроля подлинности защитных голограмм с внутренним эталонным скрытым изображением .....	81
4.2.1. Структурно-функциональная схема оптико-электронного прибора контроля подлинности защитных голограмм с внутренними входным и эталонным скрытыми кодированными бинарными изображениями .....	82

- 4.3. Структурно-функциональная схема оптико-электронного прибора для автоматического контроля подлинности защитных голограмм с вводом эталонного скрытого кодированного бинарного изображения из внешней памяти и базы данных ..... 84

<b>Глава 5. Теория модифицированного когерентно-оптического коррелятора с совместным преобразованием Фурье для автоматического контроля подлинности защитных голограмм со скрытыми кодированными изображениями</b> .....	87
5.1. Математическая модель и анализ преобразования сигналов в оптической схеме получения матрицы нескольких субголограмм со скрытыми кодированными изображениями .....	89
5.1.1. Математическая модель оптического тракта получения матрицы нескольких субголограмм Фурье со скрытыми кодированными изображениями .....	89
5.1.2. Математическая модель оптического тракта получения матрицы нескольких субголограмм Фраунгофера со скрытыми кодированными изображениями .....	97
5.2. Математическая модель и анализ преобразования сигналов в оптическом тракте при восстановлении скрытых кодированных изображений .....	103
5.2.1. Анализ преобразования сигналов в оптическом тракте МКОК СПФ в плоскости восстановления входного и эталонного СКБИ .....	104
5.3. Отношение сигнал–шум и вероятность идентификации в модифицированном когерентно-оптическом корреляторе контроля подлинности защитных голограмм со скрытыми кодированными изображениями .....	109
5.3.1. Анализ влияния нелинейности экспозиционной характеристики рельефно-фазовой регистрирующей среды на коэффициент пропускания субголограммы .....	110
5.3.2. Анализ влияния нелинейности субголограммы на параметры корреляционных пиков в выходной плоскости МКОК СПФ .....	113
<b>Глава 6. Когерентно-оптические корреляторы для контроля подлинности защитных голограмм со скрытыми кодированными изображениями</b> .....	116
6.1. Когерентно-оптический коррелятор «Голокор-2» со скрытыми кодированными изображениями, восстановленными с субголограмм Фурье .....	116

6.2. Когерентно-оптический коррелятор «Голокор-3» с цифровой обработкой скрытых кодированных изображений, восстановленных с субголограмм Френеля .....	120
<b>Глава 7.</b> Теория когерентно-оптического спектроанализатора для автоматического контроля подлинности защитных голограмм со скрытыми изображениями .....	123
7.1. Математическая модель и анализ преобразования сигналов в оптической схеме когерентно-оптического спектроанализатора для обработки скрытых изображений .....	124
7.1.1. Математическая модель пространственно-частотного спектра СБИ, восстановленного с субголограммы .....	125
7.1.2. Компьютерное моделирование пространственно-частотного спектра скрытого изображения, восстановленного с субголограммы .....	130
7.2. Анализ параметров и характеристик пространственно-частотного спектра скрытого изображения, восстановленного с субголограммы .....	132
7.2.1. Интегральные параметры пространственно-частотного спектра скрытого изображения, восстановленного с субголограммы .....	133
7.2.2. Точечные параметры пространственно-частотного спектра скрытого изображения, восстановленного с субголограммы .....	135
7.2.3. Комбинированные интегрально-точечные характеристики пространственно-частотного спектра скрытого изображения, восстановленного с субголограммы .....	136
7.3. Математическое описание процесса контроля подлинности защитных голограмм методом сравнения параметров пространственно-частотных спектров входного и эталонного скрытых изображений, восстановленных с субголограмм .....	137
7.3.1. Корреляционный алгоритм контроля подлинности защитных голограмм по массивам интегральных параметров пространственно-частотных спектров входного и эталонного скрытых изображений .....	138
7.3.2. Корреляционный алгоритм контроля подлинности защитных голограмм по массивам КИТ-параметров входного и эталонного скрытых изображений .....	139
<b>Глава 8.</b> Оптические спектроанализаторы для контроля подлинности защитных голограмм .....	145
8.1. Когерентно-оптический спектроанализатор «Голоспектр-1» .....	146

8.2. Экспериментальные исследования макета некогерентно-оптического спектроанализатора «Голоспектр-2» .....	151
8.2.1. Оценка размытия ПЧС входного изображения при некогерентном освещении .....	152
8.3. Экспериментальные исследования макета некогерентно-оптического спектроанализатора «Голоспектр-2» .....	158
8.4. Компьютерное моделирование процесса идентификации ЗГ по массиву КИТ-параметров ПЧС входного и эталонного СБИ .....	162
8.4.1. Компьютерное моделирование процесса идентификации ЗГ на основе алгоритма прямого сравнения массивов ИС-параметров ПЧС входного и эталонного СКБИ .....	164
8.4.2. Компьютерное моделирование процесса идентификации ЗГ корреляционным алгоритмом по массиву КИТ-параметров ПЧС входного и эталонного СБИ .....	165
<b>Заключение</b> .....	168
<b>Литература</b> .....	171