

Съдържание

Увод	5
Използвани съкращения	8
Глава I Интерференчна картина за клин на Физо при осветяване с ограничен сноп	9
1.1 Клин на Физо. Пресмятане на безкрайна плоска вълна	9
1.2 Осветяване с ограничен сноп с произволно разпределение на интензитета и плосък вълнов фронт	13
1.2.1 Пресмятане на интерференчната картина в отражение и пропускане	13
1.2.2 Отражение и пропускане на клин на Физо с еднакви отразяващи покрития	17
1.2.3 Отражение и пропускане на клин на Физо с различни отразяващи покрития.	25
1.2.4 Спектрална селективност на клина на Физо като функция на коефициента на отражение.	29
1.2.5 Осветяване на клин на Физо с пространствено ограничен сноп – експериментални зависимости.	31
1.3 Пресмятане на интерференчната картина при осветяване с гаусов сноп чрез разлагане по плоски вълни	35
1.3.1 Комплексна амплитуда в пропускане	35
1.3.2 Числени пресмятания на интензитета в пропускане за гаусов сноп	40
1.3.3. Отражение на клина на Физо при отрицателно и положително падане на гаусов сноп	47
1.3.4 Числени пресмятания на интензитета в отражение за гаусов сноп	49
1.3.5 Филтриращи свойства на клина на Физо при осветяване с гаусов сноп	53
Глава II Анализ на приложението на клина на Физо в лазерната техника	58
2.1 Кръгов резонатор с клин на Физо с различни отразяващи покрития	58
2.2 Спектрално управление и куплиране в линеен лазерен осцилатор-усилвател	59
2.2.1 Фокусиращи свойства на клина на Физо при отрицателно падане	60
2.2.2 Интерференчна картина в отражение при отрицателно падане	62
2.2.3 Спектрално управление и свързване в системата осцилатор-усилвател с помощта на интерференчен клин с различни отразяващи повърхности	66
2.2.4 Експериментално потвърждение	70
2.3 Измерване на дължината на вълната на непрекъснат лазер с клин на Физо	73
2.4 Селектиране на тясна линия и широкоивично пренастройване с интерферометър на Фабри-Перо и клин на Физо	77
2.4.1 Описание на метода и анализ на съпътстващите изисквания	77
2.4.2 Пропускане на интерферометъра като функция на дебелината му	81
2.4.3 Числени пресмятания	83
Глава III Синусоидална фазова решетка за целите на оптичната метрология	87
3.1 Профилометрия чрез измерване на фазата	87
3.1.1 Основни принципи, исторически преглед	87
3.1.2 Преглед на основните алгоритми за извличане на фазата	90
3.1.2.1 Фазово-отместващ алгоритъм	90
3.1.2.2 Фурие алгоритъм	92

3.1.2.3	Пространствено-честотни представления	93
3.1.3	Генериране на синусоидални ивици	94
3.2.	Синусоидална фазова решетка като оптичен елемент за проектиране на ивици	95
3.2.1.	Дифракционна картина при осветяване с плоска вълна	95
3.2.2.	Дифракционна картина в зоната на Френел при осветяване с разходящ сноп	100
3.2.3.	Дифракционна картина в зоната на Френел за синусоидална амплитудна решетка	106
3.2.4	Систематични грешки на профилометрично измерване с проектиране на ивични структури за синусоидална фазова решетка	108
3.2.5	Експериментално изследване на синусоидална фазова решетка	112
3.2.5.1	Холографски запис на синусоидална фазова решетка	112
3.2.5.2.	Честотен състав и контраст на ивиците. Профилометрично измерване на тестов обект	113
3.3	Четири-вълнова прожекционна профилометрична система със синусоидални фазови решетки за измерване в реално време	117
3.3.1	Четири-вълнова прожекционна профилометрична система за измерване в реално време	117
3.3.1.1	Прожекционни профилометрични системи в реално време	117
3.3.1.2	Четири-вълнова прожекционна профилометрична система	119
3.3.2	Систематични грешки на оценката на фазата при възстановяване на равнина	121
3.3.2.1	Осветяване с плоска вълна	121
3.3.2.2	Осветяване с разходящ сноп	124
3.3.3	Моделиране на четири-вълновата прожекционна профилометрична система и разработване на процедурата за обработка на регистрираните ивични структури	126
3.3.4.	Анализ на точността при извличане на фазата	128
3.3.4.1	Систематични грешки поради присъствието на по-високи хармонични и промяната в контраста на ивиците с дължината на вълната	128
3.3.4.2	Неопределеност при възстановяване поради различното разпределение на интензитета в осветяващите снопове	130
3.3.4.3	Неопределеност при възстановяване поради некорелираност на реализациите на спекъл-шума в четирите канала на профилометричната система	132
3.3.5.	Експериментално тестване на профилометричната система	137
	Приложение А	138

Глава IV	Цифрова холографска микроскопия	140
4.1	Цифрова холографска микроскопска система в реално време	140
4.1.1	Четири-канална фазово-отместваща холографска система	141
4.1.2	Моделиране на четири-каналната система и анализ на точността при възстановяване на фазата	148
4.1.3	Подобряване на точността чрез нормиране на интерференчните картини в четирите канала	153
4.1.4	Експериментални резултати	157
4.2.	3D визуализиране на прозрачни фазови обекти	159
4.2.1.	Описание на фазовите обекти	160
4.2.2.	Оптично възстановяване на чисто фазов обект от облак от точки	163
4.2.3.	Оптично възстановяване на чисто фазов обект от холографски данни	166

Глава V	Моделiranje и анализ на оптични системи	175
5.1	Монте-Карло анализ на шумовете във Фурие-спектрометър	175
5.1.1	Триканален Фурие-спектрометър с източник на бяла светлина	176
5.1.2	Модел на шума във Фурие-спектрометъра	177
5.1.3	Анализ на измерването на спектъра на еталонния източник	180
5.1.4	Анализ на измерването на спектъра на работния източник	182
5.1.5	Измерване на спектър на поглъщане	187
5.2	Анализ на интерферометрична система за спектрално привързване на лъчението на диоден лазер към атомна линия на поглъщане	191
5.2.1	Описание на системата	192
5.2.2	Моделiranje на работата на системата за кювета с цезиеви атоми	193
5.3	Анализ на интерферометрична-фотоеластична система за измерване на повърхностни механични напрежения	199
5.3.1	Фазово-отместващо фотоеластично измерване	199
5.3.2	Експериментална установка и уравнения на светлинния интензитет	202
5.3.3	Симулиране на измерването с отчитане на спекъл-шума	205
5.3.4	Определяне на изохромати, изоклини и изопахи след редуциране на шума	211
5.3.5	Редуциране на шума за експериментални интерференчни картини.	219
Глава VI	Монте-Карло анализ на лазерни системи за медицината	223
6.1	Моделiranje на миграцията на фотоните в биологичните тъкани	223
6.2	Пространственото разпределение на депозираната енергия в зависимост от оптичните параметри на тъканите	231
6.3	Моделiranje на депозиране на светлинна енергия в триизмерни тъканни структури	235
6.3.1	Депозиране в периодонтална тъкан	235
6.3.2	Депозиране на енергия в кожна тъкан	239
6.3.2.1	Безкръвна кожна тъкан	240
6.3.2.2	Кожна тъкан с включени в нея разсейващи обекти	243
6.3.2.3	Кожна тъкан с микроскопични кръвоносни съдове	243
6.3.2.4	Моделiranje на депозиране на енергия при фотодинамична терапия	250
6.4.	Фотодинамична терапия <i>in vitro</i>	255
6.4.1	Използвани материали и методи.	257
6.4.1.1	Клетъчни линии	257
6.4.1.2	Фотосенсибилизатори и облъчване	258
6.4.2	Монте-Карло моделиране на показанията за оптичната плътност	260
6.4.3	Валидация на цитотоксичния тест с поглъщане на неутрално червено багрило по експериментални данни	266
Основни научни приноси в дисертацията		274
Публикации по дисертацията		278
Литература		282