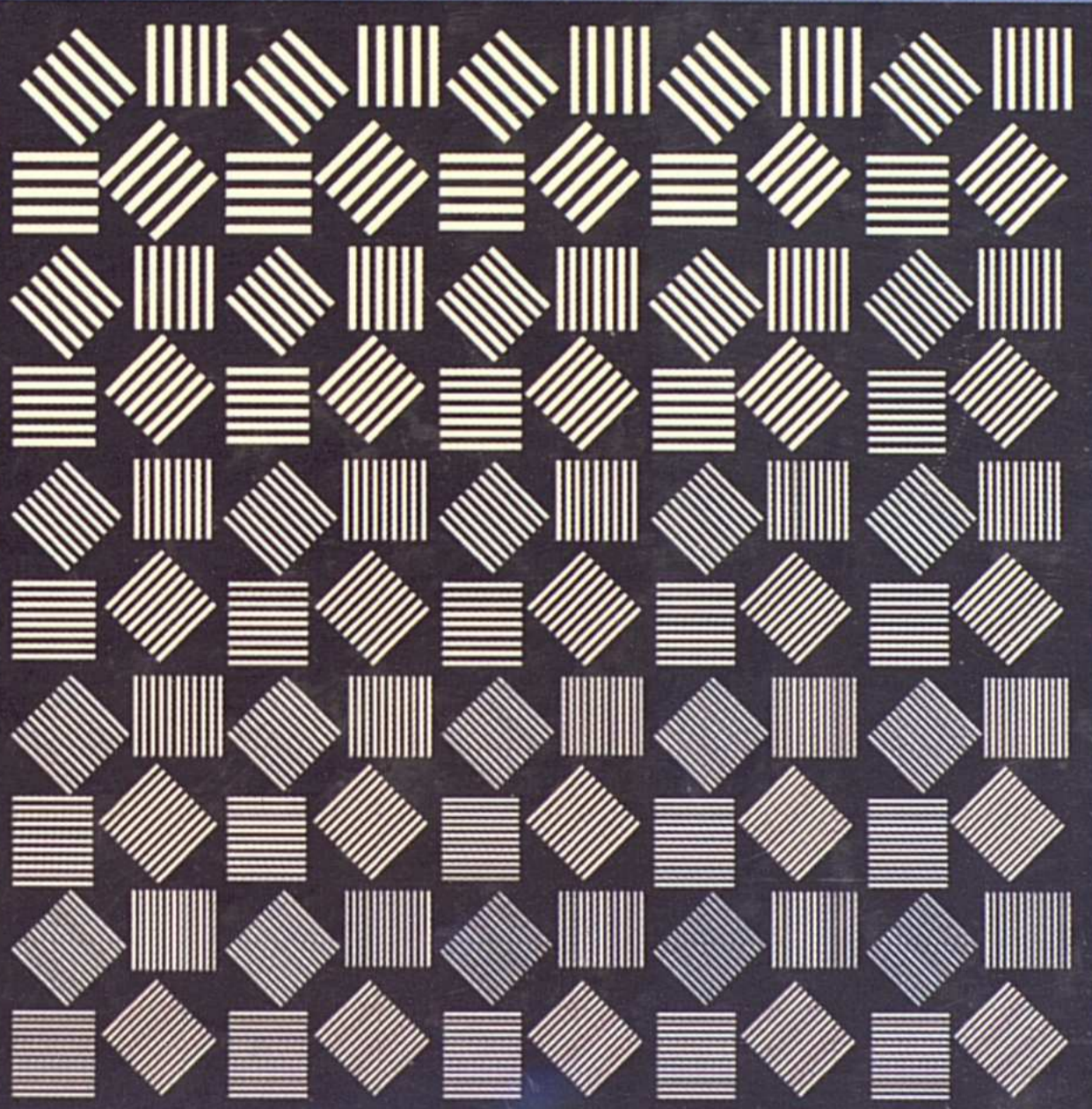


р 2011

3991

СОВРЕМЕННЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ

В. К. КИРИЛЛОВСКИЙ



ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
<i>Глава первая</i>	
Введение и общие вопросы. Современные инструменты познания.	
Точность оптических измерений	7
1.1. Роль измерений в различных областях жизни	7
1.2. Соотношение между метрологией и наукой о технических измерениях	8
1.3. Средства измерений. Образцовые и рабочие средства измерений. Эталоны	9
1.4. Способы обработки результатов измерения	10
1.5. Точечный способ оценки	11
1.6. Оптические методы измерений	13
1.7. Погрешности оптических измерений	17
1.7.1. Источники погрешностей при оптическом измерении	19
1.7.2. Определение погрешности прибора	22
1.8. Характеристики метода измерений (метрологические характеристики)	22
Список литературы к главе 1	27
<i>Глава вторая</i>	
Теория чувствительности оптических измерительных наводок.	
Роль оптического изображения	28
2.1. Основы теории оптических измерений. Этапы создания оптической системы ..	28
2.2. Этапы оптического измерения	29
2.3. Схема комплекса методов оптических измерений и исследований	31
2.4. Оптические измерительные изображения первого и второго рода	33
2.4.1. Изображения первого рода. Типовые тест-объекты и функции, описывающие их изображения	33
2.4.2. Оптические измерительные изображения второго рода	38
2.5. Чувствительность и точность оптических методов измерения.	
Оптические измерительные наводки	43
2.5.1. Разрешающая способность и чувствительность поперечных и продольных наводок отсчетных труб и микроскопов	44
2.5.2. Структура изображения светящейся точки	47
2.5.3. Структура изображения светящейся линии, ее поперечный размер	51
2.5.4. Структура изображения полуплоскости	53
2.5.5. Разрешающая способность	54
2.5.6. Чувствительность наводок	56
2.5.7. Способы выражения смещений при оптических измерительных наводках	57
2.5.8. Практическая чувствительность оптических измерительных наводок ...	59
2.5.9. Соотношение между чувствительностью продольных и поперечных наводок	64
2.5.10. Способы повышения чувствительности наводок	64
Список литературы к главе 2	66
<i>Глава третья</i>	
Функциональная схема прибора оптических измерений. Типовые узлы.	
Оптические измерения геометрических параметров	68
3.1. Функциональная схема оптического измерительного прибора	68
3.2. Работа измерительного оптического прибора	70
3.3. Функционально-модульная идеология синтеза и унификации оптических измерительных схем	71
3.4. Типовые узлы оптических измерительных приборов	75

3.4.1. Коллиматор	75
3.4.2. Измерительный микроскоп	77
3.4.3. Зрительная труба	79
3.4.4. Автоколлимационная зрительная труба	82
3.4.5. Автоколлимационный микроскоп	84
3.5. Применение вычислительной техники в оптическом приборостроении и контроле	86
3.6. Методы измерения линейных величин	88
3.6.1. Измерение толщин линз, воздушных промежутков и линейных размеров деталей	89
3.6.2. Методы измерения толщины тонких пленок	91
3.6.3. Измерение шероховатости поверхностей	94
3.6.4. Аттестация линейных шкал и сеток оптических приборов	95
3.6.5. Методы измерения радиусов кривизны и контроль формы сферических поверхностей	95
3.6.6. Методы контроля точности формы плоских поверхностей	101
3.6.7. Методы контроля асферических поверхностей	103
3.6.8. Измерение фокусных отрезков и фокусных расстояний	104
Список литературы к главе 3	114

Глава четвертая

Оценка качества оптического изображения и измерение его характеристик	115
4.1. Понятие качества изображения оптической системы	116
4.2. Оценка качества изображения оптической системы	122
4.2.1. Способы оценки оптических систем	122
4.2.2. Передача изображения через оптическую систему	126
4.2.3. Критерии оценки качества оптического изображения	131
4.2.4. Задача исследования структуры пятна рассеяния	133
4.3. Исследование качества оптического изображения	134
4.3.1. Измерение частотно-контрастных характеристик объективов	134
4.3.2. Экспериментальные исследования структуры пятна рассеяния	139
4.4. Фотографическая фотометрия	141
4.4.1. Методика фотографической фотометрии пятна рассеяния	143
4.4.2. Фотографические методы обработки изображения при контроле оптических систем	145
4.5. Методы фотоэлектрического сканирования изображения светящейся точки ..	146
4.6. Метод изофотометрии	148
4.6.1. Изофотометрия с изменяющимся временем накопления	150
4.6.2. Аппаратура фотографической изофотометрии	152
4.7. Телевизионная изофотометрия	154
4.8. Изофотометрия с изменяющимся световым потоком	157
4.8.1. Телевизионный изофотометр с изменяющимся световым потоком	158
4.9. Компьютерная изофотометрия функции рассеяния точки	160
4.10. Контроль качества изображения по функции рассеяния линии	163
4.11. Метод изофотометрии функции рассеяния линии	165
4.11.1. Компьютеризация изофотометрии ФРЛ	168
Список литературы к главе 4	174

Глава пятая

Аберрации и качество изображения	175
5.1. История методов исследования аберраций оптических систем и ошибок оптических поверхностей	175
5.1.1. Теневой метод Фуко	175
5.1.2. Метод Гартмана	176
5.1.3. Интерферометрия	177
5.2. Интерферометр Физо	180
5.2.1. Контроль плоской поверхности	180
5.2.2. Контроль сферической поверхности	181
5.3. Оптический измерительный комплекс на базе лазерного дифракционного интерферометра	186
5.3.1. Требования к точности образцовых элементов для классических и традиционных интерферометров	186
5.3.2. Чувствительность интерферометрических отсчетов	189
5.3.3. Интерферометры с дифрагированным эталонным (опорным) волновым фронтом	190
5.3.4. Интерферометры с дифракцией на точечном отверстии для контроля ошибок формы прецизионных поверхностей	191
5.4. Функции преобразования в интерферометрии	197
5.4.1. Анализ погрешностей метода интерферометрии	201

5.5. Высокоточная обработка и интерпретация сложных интерферограмм	204
5.6. Конструктивное решение интерферометра с дифрагированным опорным волновым фронтом	208
5.7. Компьютерные методы обработки и интерпретации интерферограмм	218
5.7.1. Программа Zebra Master	218
5.7.2. Программа Zebra Imager	222
5.8. Интерферометр с голографической рассеивающей пластинкой	224
5.9. Снижение погрешностей расшифровки интерферограмм средствами прикладной фоторегистрации	227
5.10. Снижение погрешностей расшифровки гартманограмм	229
5.11. Расширение возможностей метода Гартмана при использовании лазера	230
5.12. Снижение влияния вибраций при интерферометрии	232
5.13. Интерферометр с решеткой Ронки	234
Список литературы к главе 5	239

Глава шестая

Инновационные направления в оптических измерениях и исследованиях оптических систем	240
6.1. Современные методы повышения диапазона и точности оптических измерений	240
6.2. Экспериментальное исследование качества оптического изображения	241
6.2.1. Экспериментальные исследования структуры пятна рассеяния	241
6.3. Компьютеризация метода изофотометрии	245
6.3.1. Автоматизация метода изофотометрии с изменяющимся временем накопления	245
6.3.2. Особенности компьютерной изофотометрии с накоплением	246
6.3.3. Примеры применения аппаратуры компьютерной изофотометрии	247
6.3.4. Алгоритмическое решение компьютерной версии изофотометрии с переменным накоплением	249
6.4. Развитие и исследование метода компьютерной изофотометрии ФРТ с изменяющимся временем накопления	250
6.4.1. Алгоритм выделения изофоты	252
6.4.2. Установка контроля качества изготовления оптических систем	255
6.5. Погрешности методов анализа и синтеза структуры изображения средствами изофотометрии. Пути повышения точности измерений и оценок .	260
6.6. Компьютерная изофотометрия ФРЛ с изменяющимся световым потоком	264
6.6.1. Принцип и схема изофотометрии ФРЛ	264
6.6.2. Алгоритм определения ФРЛ по методу изофотометрии	265
6.6.3. Программа КИЗО-ФРЛ	265
6.6.4. Изофотометр ФРЛ	267
6.6.5. Фотометрический клин	268
6.6.6. Погрешности методов анализа и синтеза структуры изображения средствами изофотометрии. Пути повышения точности измерений и оценок	271
6.7. Экспериментальное исследование распределения излучения от субмикронного отверстия при моделировании структуры ближнего поля	272
6.7.1. Форма и структура распределения излучения, дифрагированного на малом отверстии	272
6.7.2. Анализ дальнепольного распределения интенсивности	274
6.7.3. Регистрация волнового фронта дальнего поля БРОМ-зонда и моделирование структуры апертуры зонда	276
6.7.4. Разработка концепций использования волнового фронта дальнего поля для определения аппаратной функции оптоволоконных СБОМ-зондов	278
6.7.5. Компьютерная обработка экспериментальных данных методом изофотометрической квазиинтерферометрии	280
6.8. Интерферометр сдвига	284
6.8.1. Математическое описание интерферометра бокового сдвига	286
6.8.2. Алгоритм вычисления интерферограммы сдвига исходя из расчетных параметров исследуемой оптической системы	287
6.8.3. Восстановление волнового фронта при обработке интерферограммы сдвига	288
6.9. Интерферометр Ронки	291
6.9.1. Физическая теория	291
6.10. Принципы обработки интерференционных картин	293
6.11. Универсальная программа Tiger	293
Список литературы к главе 6	297
Заключение	299