Иванов Степан Евгеньевич. Метод синтеза ахроматических объективов с пассивной атермализацией на основе двухкомпонентной схемы: диссертация ... кандидата Технических наук: 05.11.07 / Иванов Степан Евгеньевич;[Место защиты: ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики], 2017.- 142 с.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»

На правах рукописи

Иванов Степан Евгеньевич

МЕТОД СИНТЕЗА АХРОМАТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТИВОВ С ПАССИВНОЙ АТЕРМАЛИЗАЦИЕЙ НА ОСНОВЕ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ СХЕМЫ

05.11.07 - Оптические и оптико-электронные приборы

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель кандидат технических наук, доцент Романова Г.Э.

Санкт-Петербург - 2017

ЕЛАВА Е ПАССИВНАЯ АТЕРМАЛИЗАЦИЯ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ 8

Е1 Температурное смещение приемника излучения 10

1.2 Температурное смещение плоскости изображения 16

1.2.1 Коэффициент дисперсии 18

1.2.2 Термооптический коэффициент 21

1.3 Условие ахроматизации-атермализации 22

1.4 Выводы к Елаве 1 24

ЕЛАВА 2. МЕТОДЫ ВЫБОРА ОПТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПАССИВНОЙ АТЕРМАЛИЗАЦИИ И АХРОМАТИЗАЦИИ 26

2.1 Номограмма ц v 26

2.2 Номограмма U- v 28

2.3 Номограмма V - со 34

2.4 Выводы к Елаве 2 40

ЕЛАВА 3. АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ АХРОМАТИЗАЦИИ И АТЕРМАЛИЗАЦИИ В ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМЕ С ВОЗДУШНЫМ ПРОМЕЖУТКОМ 43

3.1 Условие ахроматизации атермализации двухкомпонентной системы с

воздушным промежутком 44

3.2 Анализ ахроматической двухкомпонентной системы с воздушным

промежутком 45

3.3 Анализ атермализованной двухкомпонентной системы с воздушным

промежутком 50

3.4 Двухкомпонентные системы с пассивной атермализацией с учетом

воздушного промежутка 53

3.4.1 Номограмма U- v 54

3.4.2 Номограмма V со 62

3.5 Ераницы применимости 70

з

3.5.1 Оптические системы с воздушными промежутками, состоящие из трех или

большего количества компонентов 70

3.5.2 Воздушные промежутки между компонентами 71

3.5.3 Массогабаритные характеристики 72

3.6 Выводы к Главе 3 73

ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ДИСПЕРСИОННЫХ И ТЕРМООПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВУХ- И ТРЕХЭЛЕМЕНТНЫХ КОМПОНЕНТОВ 75

4.1 Двухэлементные компоненты 75

4.1.1 Номограмма U- v 76

4.1.2 Номограмма V- со 81

4.2 Двухэлементные афокальные компоненты 85

4.2.1 Температурная расфокусировка 86

4.2.2 Афокальный термокомпенсатор 87

4.2.3 Номограмма U- v 88

4.2.4 Номограмма V- со 90

4.3 Трехэлементные компоненты 95

4.3.1 Номограмма U- v 97

4.3.2 Номограмма V- со 104

4.3.3 Развитие многоэлементных компонентов 110

4.4 Выводы к Елаве 4 111

Заключение по работе. Выводы 112

Список сокращений 115

Литература 116

Приложение А. Таблица коэффициентов теплового расширения некоторых

конструкционных материалов 124

Приложение Б. Номограммы некоторых каталогов оптических материалов 126

Приложение В. Примеры оптических систем 132

**выводы**

По результатам работы сформулированы следующие выводы:

1. Проведено исследование отечественных и зарубежных литературных источников, в результате которого:

* проанализированы возможности механической компенсации смещения плоскости изображения;
* сформулированы принципы пассивной атермализации оптических систем;
* сформулировано требование, которому должны удовлетворять хроматические и термооптические характеристики оптических материалов, для обеспечения температурной нерасстраиваемости ахроматического двухкомпонентного объектива;
* выполнен анализ достоинств и недостатков методов выбора

оптических материалов для двух- и трехкомпонентных ахроматических атермализованных систем на основе номограмм

ц- V, U - v и V- со. Описаны их преимущества и недостатки;

* описан прием синтеза дисперсионных и термооптических характеристик оптического материала с помощью двухэлементного компонента.

1. На основе проведенных исследований, разработан метод синтеза ахроматических объективов с пассивной атермализацией на базе двухкомпонентной схемы.

* Приведены результаты исследования двухкомпонентной системы с воздушным промежутком, которая может быть применена как базовая система при разработке ахроматической системы с пассивной атермализацией.
* Получены распределения оптических сил и расстояния между компонентами внутри областей на номограммах U— v и V- со.
* Сформулированы принципы оптимального подбора оптических материалов для получения наименьших оптических сил элементов оптической системы.

1. Выполнено исследование тонких двух- и трехлинзовых компонентов с заданными хроматическими и термооптическими характеристиками.

* Приведены результаты исследования двух- и трехэлементных компонентов на номограммах U— v и V- со, для их использования при разработке в базовой двухкомпонентной системе с воздушным промежутком.
* Получены распределения оптических сил субкомпонентов.
* Сформулированы принципы выбора оптических материалов субкомпонентов для получения наименьших оптических сил элементов оптической системы.

1. Разработан метод расчета оригинальной оптической системы двухлинзового афокального компенсатора для коррекции термоаберрации положения в зеркально-линзовых объективах.

Разработаны новые оптические системы с пассивной атермализацией для видимой области спектра, а также среднего и дальнего ПК-диапазона