

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Самбрано Ривас Лус Фабиолы Александры «Расчет и проектирование зафокальных и предфокальных зеркальных объективов с апланатической коррекцией и коррекцией полевых аберраций», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.07-- Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы.

1. Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представлена к защите.

Диссертационная работа представляет собой выполненное на современном уровне исследование по разработке и моделированию новых зеркальных объективов с высокими оптическими характеристиками. По предмету и цели исследования, используемым методам, полученным результатам, сформулированному заключению и области применения результатов диссертация соответствует отрасли «технические науки» и паспорту специальности 05.11.07 «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы».

2. Актуальность темы диссертации.

Зеркальные объективы, формирующие изображение высокого качества в широком спектральном диапазоне излучения, перспективны для применений в различных областях оптико-электронного приборостроения. На основе зеркальных схем строятся современные астрономические объективы и объективы для любительских телескопов, объективы для дистанционного зондирования Земли и околоземного пространства, объективы для тепловизоров, УФ микроскопии и многое другое. Активное использование зеркальных схем обусловлено присущими им достоинствами, такими как отсутствием хроматических аберраций, возможностями увеличения апертуры, сокращения габаритов, применения крупногабаритных компонентов, использования внутренних элементов зеркальной схемы для сканирования по полю зрения и др.

Разработанные к настоящему времени двухзеркальные объективы имеют несложную и компактную конструкцию, однако они не обладают должной коррекцией полевых аберраций, вследствие чего имеют малое поле зрения и ограниченную область применения. Известны также перспективные трехзеркальных объективы с угловым полем зрения до 5° , но поверхность изображения в них искривлена и, в основном, находится в неудобном для исследования месте. Попытки увеличить поле зрения приводят к необходимости использования сложных асферических профилей составных зеркал.

В связи с этим актуальность выбранного диссертантом направления исследований по разработке новых зеркальных схем, удовлетворяющих

*вх. № 11-52/144
от 07.06.2014*

современным запросам по качеству изображения, проведению детального анализа аберрационных свойств элементной базы и базовых схем, формирующих реальную основу синтеза зеркальных объективов, не вызывает сомнения. Задачи, возникающие при расчетах и моделировании новых зеркальных композиций, создании методик оценки центрального экранирования, виньетирования и защиты плоскости изображения от посторонней засветки требуют дальнейшего исследования. Важно отметить, что тематика научных исследований диссертационной работы рекомендована Национальным Центром оптических технологий Венесуэлы (г. Мерида) и соответствует приоритетным направлениям фундаментальных и прикладных научных исследований Республики Беларусь.

3. Степень новизны результатов, полученных в диссертации и научных положений, выносимых на защиту.

Соискателем получен целый ряд приоритетных результатов, уровень новизны которых не вызывает сомнения: Научная новизна полученных результатов заключается в следующем:

– Предложены новые схемные решения зеркальных композиций: двухзеркальный зафокальный объектив; предфокальный объектив с тремя отражениями, составленный из параболических зеркал, а также композиция из трех несферических зеркал с вынесенным третьим зеркалом за пределы базовой схемы, включая модификацию с дополнительным плоским зеркалом.

– Найдены аналитические зависимости для габаритного и аберрационного расчета новых предфокальных и зафокальных композиций из двух и трех зеркал. Получены формулы, определяющие габаритное построение схемы объектива с монолитом из первого и четвертого зеркал с плоским «ломающим» зеркалом, учитывающие такие конструктивные параметры, как вынос плоскости изображения и осевую толщину монолита.

– Установлено, что размещение зеркального корректора полевых аберраций за пределами базового модуля приводит к увеличению поля зрения, что использовано в разработке предфокального объектива с зеркальным моноблоком из первого и четвертого зеркал. Обоснованы принципы конструктивного построения, обеспечивающие создание план-анастигмата с увеличенным полем зрения до 6° .

– Усовершенствована методика для конструкторской адаптации и расчета бленды и экрана для защиты плоскости изображения от постороннего света и прямой засветки для двухзеркального зафокального объектива.

– Разработаны математическая модель и компьютерный алгоритм для геометрического позиционирования гексагональных сегментов в составном зеркале. Проведено моделирование двухзеркального объектива с главным составным параболическим зеркалом из гексагональных сегментов, с перспективой использования как оптического элемента аппаратуры дистанционного зондирования Земли.

4. Обоснованность и достоверность основных выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Анализ диссертационной работы Самбрано Ривас Лус Фабиолы Александры показывает, что все результаты, полученные в работе, базируются на фундаментальных положениях оптики и не противоречат результатам, опубликованным другими авторами. Автор использовал как аналитические, так и численные методы расчетов, которые подробно описаны в диссертационной работе и опубликованы в монографиях и научных работах. Полученные результаты сравнивались с результатами независимого численного моделирования, а также с результатами, получаемыми в рамках опубликованных моделей. Выводы и положения, выносимые на защиту, сформулированы строгим научным языком, имеют теоретическое обоснование и содержат необходимые ссылки на опубликованные научные работы.

Выводы и рекомендации диссертации получены на основании детального анализа их результатов, сопоставления с теоретическими результатами и литературными данными в тех случаях, когда это возможно.

Достоверность подтверждена также комплексом проведенных с помощью компьютерных пакетов программных систем Opal и Zemax расчетов перспективных двух и трехзеркальных объективов. Выводы диссертации подтверждаются апробацией научных работ соискателя в рецензируемых научных изданиях и материалах международных конференций.

5. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию.

Диссертация представляет собой системное теоретическое исследование влияния аберрационных свойств элементной базы и базовых схем, и анализ условий, обеспечивающих улучшение характеристик зеркальных объективов, как предфокальных, так и зафокальных.

Научная и практическая значимость полученных результатов состоит в том, что они углубляют расчетно-методическую базу оплотехники зеркальных модулей с различными аберрационными свойствами и позволяют осуществлять моделирование технологически адаптированных зеркальных систем.

Моделирование и разработка новых зеркальных композиций с высокими оптическими характеристиками, получение аналитических зависимостей, составляющих их математические модели, вопросы технологической адаптации при разработке алгоритмов составного зеркала, представленные в диссертационной работе Самбрано Л.Ф., представляют значительный практический интерес и в совокупности, являются решением актуальной научной задачи. Полученные результаты перспективны для применения в

системах дистанционного зондирования Земли, геодезических приборах, военной и специальной технике и ряде других приложений.

Результаты исследований представлены в виде, удобном для включения в учебные дисциплины оптического цикла.

Социальная значимость результатов исследования состоит в том, что разработка зеркальных объективов и составных зеркал для астрономических телескопов, входит в число приоритетных направлений Национального Центра Оптических Технологий и Центра астрономических исследований в Венесуэле.

Результаты диссертационной работы могут найти применение в науке и образовании, приборах для областей медицины, оборонной промышленности и других стратегических направлений в Венесуэле и Беларуси.

6. Опубликованность результатов диссертации в научной печати.

Материалы диссертационной работы представлены в 16 публикациях, из них 3 статьи в научных журналах, соответствующих п. 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь, 4 статьи в сборниках материалов научных конференций и 9 тезисов докладов. Результаты, представленные в диссертационной работе, вошли в отчет по НИР (ГБ-16-246 «Разработка новых лазерных материалов и твердотельных лазеров на их основе, светосильных объективов и зеркальных систем, технологии финишной обработки линз малой жесткости, аксиконов и оптических деталей лазерных гироскопов» (2016–2020 гг.).

7. Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК.

Оформление диссертационной работы и автореферата соответствует требованиям ВАК. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, обзорной главы, четырех оригинальных глав, заключения и библиографического списка. Обзор и анализ литературных данных проведен достаточно полно и свидетельствует о целесообразности решения поставленных задач. В трех оригинальных главах приведена методика теоретических исследований, последовательно и логично изложены новые научные результаты. В автореферате верно отражена специфика, значение, оригинальность работы, выводы и основные положения, выносимые на защиту.

8. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует.

Анализ содержания диссертационной работы позволяет заключить, что автор владеет современным состоянием исследований в области оптико-электронного приборостроения в части разработки методов параметрического расчета габаритов и абберрационной коррекции зеркальных систем с улучшенными оптическими характеристиками. Анализ полученных

новых зеркальных композиций ведется доказательно, с привлечением литературных данных, сопоставлением результатов, полученных различными авторами. Научный уровень публикаций по теме диссертации позволяет сделать уверенное заключение, что научная квалификация Самбрано Л.Ф. соответствует искомой ученой степени кандидата технических наук.

9. Замечания

Несмотря на тщательное выполнение и оформление работы, имеются недостатки, не влияющие на квалификационные признаки диссертации.

1. При исследовании трехзеркального объектива в диссертации получены конструктивные параметры, для которых коэффициенты аберраций 3-го порядка (сферическая аберрация, кома, астигматизм и кривизна поверхности) примерно равны нулю. Для этого случая следовало бы оценить (хотя бы приблизительно) влияние аберраций более высокого порядка на качество получаемого изображения.

2. В разделе 3.4 исследован астигматический объектив с плоским зеркалом, с помощью которого получается изображение, близкое к дифракционному пределу. Для оценки качества такого изображения недостаточно приближения геометрической оптики и следовало бы учесть дифракционную расходимость.

3. В третьем защищаемом положении необходимо было указать, на сколько удастся при помощи математической модели минимизировать объем расчетных работ. Также нужно было уточнить, что подразумевается под расчетными работами.

4. Следовало бы уделить внимание анализу конструктивной адаптации предложенных базовых зеркальных модулей: способы крепления зеркал; размеры поперечных габаритов и центральных отверстий в зеркалах, влияющих на центральное экранирование и виньетирование; установка плоских «ломающих» зеркал и возможности введения дополнительных элементов за пределами конфигурации схемы и др.

5. Желательно было привести больше информации о перспективах промышленного внедрения разработанных соискателем новых зеркальных схем, технологических возможностях изготовления зеркальных поверхностей асферического профиля как второго, так и более высоких порядков.

6. Имеются некоторые недостатки представления материала. Так на графиках остаточных геометрических аберраций, зависящих от апертуры, не показаны границы экранирования входного зрачка, влияющие на частотно-контрастные характеристики, что является важным на этапе проектирования бленд.

7. В тексте имеются пунктуационные ошибки (в частности, во втором положении, выносимом на защиту). Употребляются некорректные выражения, в частности, в формулировке цели вместо «повышенными оптическими характеристиками» следовало бы указать «улучшенными

оптическими характеристиками»; на стр.7 вместо «наиболее технологической формой» следовало бы написать «наиболее технологичной формой».

10. Заключение.

Диссертация Самбрано Ривас Лус Фабиолы Александры «Расчет и проектирование зафокальных и предфокальных зеркальных объективов с апланатической коррекцией и коррекцией полевых аберраций» представляет собой законченную научную работу, соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, пунктам 20,21 «Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь», утвержденного Указом Президента Республики Беларусь № 560 от 17 ноября 2004 года, содержит новые научные результаты по разработке новых зеркальных схем, удовлетворяющих современным запросам по качеству изображения, проведению детального анализа аберрационных свойств элементной базы и базовых схем, формирующих реальную основу синтеза зеркальных объективов.

Автор диссертации Самбрано Ривас Лус Фабиола Александра заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.07 - Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы за новые научно обоснованные результаты, включающие:

– разработку новых оптических схем двухзеркального зафокального объектива и трехзеркального объектива с вынесенным третьим зеркалом за пределы базовой схемы, включая компактный зеркальный объектив с четырьмя отражениями от трех зеркал, позволяющие создавать соответственно апланатические объективы с угловым полем до 4° , что в 1,5 раза больше аналогов, и объективы с коррекцией астигматизма и кривизны изображения с увеличенным полем зрения до 6° .

– методику расчета диаграмм виньетирования, основанную на предложенном теоретическом подходе, позволяющем заменить все светозащитные и зеркальные элементы своим параксиальным изображением в пространстве предметов и разработать зеркальные объективы с увеличенным угловым полем от 4° до 8° при допустимом виньетировании.

– математическую модель и компьютерный алгоритм для геометрического позиционирования гексагональных сегментов в составном главном зеркале, образующих единую параболическую поверхность, адекватную по своему оптическому действию монолитному параболоиду.

Официальный оппонент,
Заведующий центром
«Диагностические системы»
Института физики НАН Беларуси
Академик Национальной академии наук Беларуси,
доктор физико-математических наук, профессор
31.05.2024 г.



В.Н. Белый

Отзыв поступил в совет
07.06.2024

Сотрудник озвучивала
07.06.2024
Лус Самбрано