ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию
Мишина Святослава Валерьевича на тему:
«Исследование и разработка методов и средств контроля погрешностей центрирования объективов оптических систем инфракрасного диапазона», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.07 – Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы

Диссертация Мишина Святослава Валерьевича посвящена актуальной проблеме оптико-электронного приборостроения – контролю децентрировок оптических систем, предназначенных для инфракрасной области спектра. Инфракрасные оптические системы получили широкое распространение в различных областях науки и техники и являются основными узлами различных оптико-электронных приборов: от портативных тепловизионных приставок к смартфонам до систем безопасности и охраны периметра, от бытовых тепловизоров до инфракрасных телескопов наземного и космического базирования и т. д.

Широкому распространению инфракрасных оптических систем способствовало развитие их элементной базы, в частности совершенствование приемников инфракрасного излучения. Обратной стороной данного прогресса стал рост требований к разрешающей способности данных систем. Это же, в свою очередь, приводит к ужесточению требований к допускам на изготовление оптических элементов и допускам на сборку данных элементов в единую оптическую систему. Из трудов Н. Н. Губеля и М. Н. Сокольского, а также положенной в их основу многолетней практики отечественного оптико-электронного приборостроения известно, что одним из ключевых факторов, способных существенно уменьшить разрешающую способность оптической системы, является наличие децентрировок оптических поверхностей и элементов. Поэтому исследование и разработка методов и средств контроля

данных погрешностей всегда являются актуальными научно-техническими задачами.

Актуальность темы диссертации Мишина Святослава Валерьевича обосновывается также тем, что при разработке оптических систем для инфракрасной области применяются оптические материалы, непрозрачные в видимой области спектра. Это вызывает значительные трудности при их сборке и юстировке, поскольку применение классических методов контроля, например, автоколлимационных трубок в данном случае невозможно.

В первой главе диссертации автором выполнен анализ отечественной и зарубежной литературы, посвященной методам и средства контроля децентрировок в оптических системах. Рассмотренные методы были разделены автором на условные группы. Для каждого метода контроля автору удалось представить значительное число вариантов оптических схем, позволяющих на практике реализовать данный метод, что позволяет говорить о полноте выполненного обзора. Завершается глава единой таблицей, в которой представлены сравнительные характеристики, а также достоинства и недостатки известных методов контроля децентрировок и схем их реализации.

Вторая глава посвящена выбору и обоснованию оптической схемы прибора для контроля погрешностей центрирования инфракрасной (ИК) оптики, а также расчету основных оптических характеристик входящих в неё узлов. Автор дополнительно анализирует приборы для контроля децентрировок ИК оптики по автоколлимации и, на основе их анализа, выявляет ключевые особенности, которым должен соответствовать прибор – т.е. средство контроля погрешностей центрирования, разработке которого посвящена вся последующая часть исследования.

Помимо соотношений геометрической оптики, использованных для габаритного расчета предложенной автором оптической схемы, в данной главе можно было бы привести более подробное обоснование выбора источников и приемников излучения в виде светоэнергетического расчета каждого из каналов разрабатываемого прибора.

В третьей главе рассмотрены вопросы применения методов цифровой обработки оптических сигналов для анализа автоколлимационных изображений. Условно данную главу можно разделить на две части: первая - систематизация и анализ наиболее распространенных в наши дни методов цифровой обработки изображений; вторая – апробация представленной в первой части информации на примере экспериментов с автоколлимационными изображениями.

Четвертая глава посвящена созданию математических методов для определения внутреннего расположения элементов инфракрасных объективов, основанных на положениях их автоколлимационных точек. Всего автором представлены три метода: метод определения положений автоколлимационных точек, метод вычисления децентрировок отдельных сферических поверхностей и метод определения положения оптических элементов в трехмерном пространстве. Все три данных метода автор предлагает для использования в алгоритмической части программного обеспечения разрабатываемого прибора. Завершается глава кратким отчетом о практической реализации разработок автора, воплощенных в макете прибора для контроля погрешностей центрирования.

Говоря о перспективах использования результатов исследований автора, стоит отметить, прежде всего, возможность внедрения на отечественных предприятиях технологии автоколлимационной вточки и сборки по автоколлимации для инфракрасных объективов. Это позволит значительно упростить процесс изготовления данных оптических систем и избежать снижения их разрешающей способности вследствие децентрировок, оставшихся после сборки.

Во вторых, представляют интерес разработанные автором методы определения децентрировок поверхностей и элементов, расположенных внутри собранных инфракрасных объективов, которые непрозрачны для видимого света. Тем самым, можно получить представление о том, как именно расположены данные элементы внутри конкретного объектива и, тем самым,

определить, какой именно-из них необходимо отъюстировать для обеспечения требуемых значений критерия качества испытуемого объектива.

Особенно следует отметить, что ряд положений, вынесенных на защиту, получили практическое воплощение на ПАО «Красногорский завод им. С. А. Зверева», что также свидетельствует о практической ценности представленной диссертационной работы.

Подводя итог, можно утверждать, что диссертация Мишина Святослава Валерьевича является законченным научным произведением, в ней решены все поставленные перед исследователем задачи. Тем не менее, в работе можно отметить несколько недостатков.

1. В тексте работы присутствуют терминологические неточности. В частности, используется термин «погрешность центрирования». Данный термин можно найти в описаниях к приборам OptiCentric фирмы TRIOPTICS, а также учебной и научной литературе, в частности в книге А. А. Ефремова и Ю. В. Сальникова «Изготовление и контроль оптических деталей» (см. с. 75) и диссертации «Анализ и разработка методов центрировки линз и линзовых систем», защищенной в университете ИТМО в 2016 г. В тоже время, в отечественной литературе, посвященной данной проблеме, исторически закреплен термин «децентрировка».

2. В главе 2, посвященной разработке оптической схемы лазерного автоколлимационного микроскопа, недостаточно подробно рассмотрен расчет и обоснование конструкции сменных фокусирующих объективов: не упомянута необходимость выполнения условия ахроматизации для рабочих длин волн устройства, а также принципиальная схема их построения. Несмотря на то, что в качестве источников излучения в каналах разрабатываемого автором устройства выбраны диодные лазеры, обладающие в наши дни высокой степенью монохроматичности генерируемого излучения, исследование возможностей ахроматизации в столь широком диапазоне (от 0,7 мкм до 14 мкм) представляет определенный интерес. Поэтому данное замечание следует считать рекомендацией для направления дальнейших

исследований автора.

Таким образом, несмотря на отмеченные недостатки, представленная диссертация является законченной научно-квалификационной работой, имеющей значение для развития теории и практики разработки и изготовления специальных средств контроля и измерений, применяемых в оптико-электронном приборостроении.

Считаю, что представленная работа соответствует П9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842 (ред. от 01.10.2018), а её автор, Мишин Святослав Валерьевич, заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.07 – «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы».

Официальный оппонент –
доктор технических наук, профессор
факультета прикладной оптики Андреев Лев Николаевич

25.11.19

Университет ИТМО
197101, Россия, Санкт-Петербург,
Кронверкский пр., д. 49
Телефон:
e-mail: lnandreev@itmo.ru

Докторская диссертация Андреева Л. Н. защищена по специальности 05.11.07 - Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы

Подпись Андреева Л. Н. заверяю: Начальник ОК: вн/Шепелева В.М.
(отдел кадров/ученый секретарь)