

кол. : О.К. Гусев (председатель) [и др.] – Минск : БНТУ, 2019. – С. 433–435.

3. Alekseev, V. A. Increase in efficiency of use of laser technologies for identification / V. A. Alekseev, A. V. Usoltseva, V. P. Usoltsev // International Conference “Scientific research of the SCO countries: synergy and integration” Part 1: Participants’ reports in English 2019 December 11, 2019. Beijing, China, 2019 PRC. – 2019. – P. 149–156.

4. Гибадуллин, И. Н. Изображение профиля поверхности как графический критерий оценки шероховатости / И. Н. Гибадуллин, В. А. Валетов // Изв. вузов. Приборостроение–2019. – Т. 91, № 1. – С. 86–92.

5. Алексеев, В. А. Регрессионная модель лазерного воздействия на натуральные материалы / В. А. Алексеев, А. В. Усольцева, В. П. Усольцев // Лазерно-информационные технологии в медицине,

биологии, геоэкологии и на транспорте – 2020: труды XXVIII Междунар. конф. г. Новороссийск, 7–12 сентября 2020 г.) / под ред. проф. В. Е. Привалова. – Пенза : ПГУ, 2020. – С. 95–99.

6. Задание режимов лазерной обработки неметаллических материалов. / В. А. Алексеев [и др.] // Учебно-методическое пособие по дисциплине «Взаимодействие лазерного излучения с веществом» направление подготовки 12.03.05 «Лазерная техника и лазерные технологии». – Ижевск: ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, Ижевск: Управление информационных ресурсов ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2020. – 32 с.

7. Прибор письменный настольный : пат. образец RU 109645 / А. В. Усольцева, В. П. Усольцев, М. М. Черных. – Опубл. 16.07.2018. Бюл. № 7.

УДК 535.317; 681.7

ВАРИООБЪЕКТИВ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

Артюхина Н.К.¹, Шарко Д.С.², Чергейко С.В.¹

¹Белорусский национальный технический университет

²ОАО «Пеленг»

Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Представлены анализ базовой схемы и результаты расчета нового вариообъектива для приемника излучения с охлаждаемой диафрагмой.

Ключевые слова: вариообъектив, объектив, система технического зрения, качество изображения.

ZOOM LENS FOR VISION SYSTEMS

Artioukhina N.¹, Sharko D.², Charheika S.¹

¹Belarusian National Technical University

²JSC “PELENG”

Minsk, Belarus

Abstract. The analysis of the basic scheme and the designing of a new zoom lens for a cooled infrared image sensor are presented.

Key words: zoom lens, lens, vision system, image quality.

Адрес для переписки: Чергейко С.В., ул. Ак.Высоцкого 3-114, г. Минск 220076, Республика Беларусь e-mail: ich0@bk.ru

Объективы с плавным изменением фокусного расстояния находят широкое применение в различных сферах деятельности человека. Они сопровождают нас повсеместно: в кинематографии, микроскопии, телевидении, фотографии, видеотехнике, спектрофотометрии, оптической когерентной томографии, астрономии, медицине, тепловидении, пирометрии (последнее время очень популярно), лазерной технике, системах технического зрения (СТЗ) и других областях. При изменении фокусного расстояния можно решить, прежде всего, две основные задачи:

– быстрый поиск наблюдаемого объекта и введение его в поле зрения системы (это выполнимо при малом фокусном расстоянии и большом поле зрения);

– наблюдение за объектом: выполнение различных измерений, наблюдение увеличенных

деталей, фиксация, запись и множество других операций (это выполнимо при увеличении фокусного расстояния и соответственно уменьшении поля зрения).

При больших фокусных расстояниях поле зрения системы заметно уменьшается [1].

В последнее время объективы с переменным фокусным расстоянием, в частности вариообъективы, все чаще стали применяться в СТЗ, так как современная элементная база позволяет создавать многоспектральные оптико-электронные приборы со значительно меньшими массой и габаритными размерами, при сохранении высоких технических характеристик [2]. Поэтому такие СТЗ возможно применять при проектировании беспилотных летательных аппаратов, предназначенных для дистанционного зондирования Земли, а также мониторинга объектов в

различных спектральных диапазонах одновременно.

Поскольку в вариообъективе по сравнению с трансфокатором возможно достичь лучшего исправления aberrаций при меньшем числе линз и компонентов, а также добиться большой геометрической светосилы во всем диапазоне фокусных расстояний, его можно применять в СТЗ.

Повышенный спрос на СТЗ и минимизация габаритов приводят к необходимости разработки новых схемных решений, а также к оптимизации существующих систем.

Цель настоящей работы – расчет и разработка схемного решения вариообъектива, для работы в инфракрасной области спектра при работе с приемником излучения с охлаждаемой диафрагмой.

В процессе выполнения работы проанализировано большое количество существующих конструкций и выбран прототип, максимально подходящий по параметрам – инфракрасный объектив с плавно изменяющимся фокусным расстоянием [3] (рис. 1).

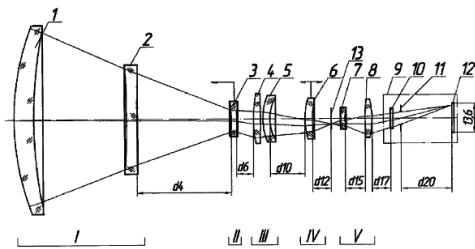


Рисунок 1 – Инфракрасный объектив с плавно изменяющимся фокусным расстоянием

Базовая схема содержит пять компонентов, состоящих из восьми линз, три из которых – с одной асферической поверхностью. Второй и четвертый компоненты имеют подвижку, предназначенную для изменения фокусного расстояния объектива, вторая линза пятого компонента так же выполнена подвижной и предназначена для температурной компенсации расфокусировки.

Пятый компонент позволяет осуществлять оптическое сопряжение охлаждаемой диафрагмы фотоприемного устройства с оправой первой линзы базового объектива, тем самым сделать световой диаметр этой линзы, работающей в узком поле зрения минимальным, что снижает вес объектива и исключает появление нежелательных теневых эффектов (виньетирования или срезания полевых пучков лучей). При этом качество изображения не ухудшается, что подтверждается графиками, представленными на рис. 2 и 3.

Расчет нового вариообъектива (рис. 4) производился для другого приемника излучения с охлаждаемой диафрагмой диаметром $\varnothing 3,58$ мм. В процессе оптимизации увеличен диапазон изменения фокусного расстояния объектива с сохранением длины системы 175 мм.

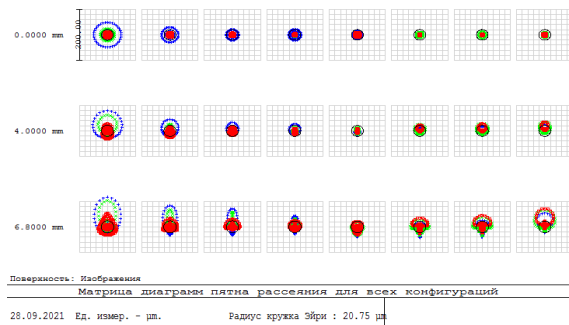


Рисунок 2 – Функция рассеяния точки по восьми конфигурациям

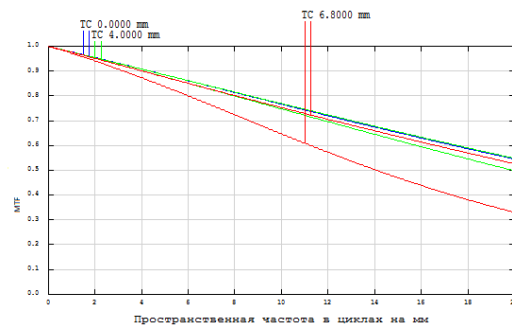


Рисунок 3 – Полихроматическая модуляционная передаточная функция объектива

Новый вариообъектив, содержит пять последовательно расположенных оптически связанных компонентов. Второй и четвертый компоненты установлены с возможностью перемещения вдоль оптической оси, для изменения фокусного расстояния.

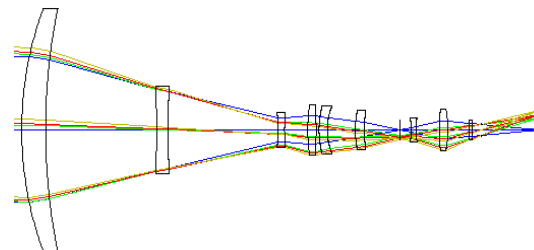


Рисунок 4 – Вариообъектив



Рисунок 5 – Функция рассеяния точки вариообъектива по девяти конфигурациям

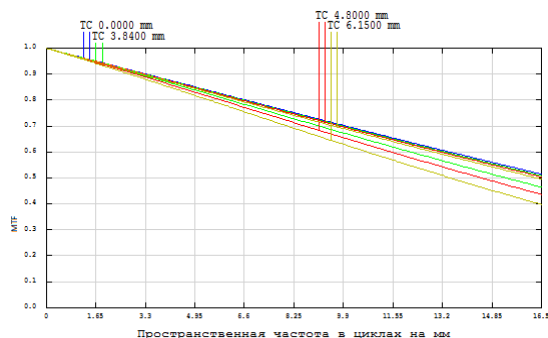


Рисунок 6 – Полихроматическая модуляционная передаточная функция вариообъектива

Как видно из рис. 5, пятна рассеяния вписываются в кружок Эйри, впечатанный на каждое пятно, составляющее 56,7 мкм.

Контраст изображения постоянен для всех конфигураций и приближается к дифракционному пределу (рис. 6).

Получены результаты:

- увеличен диапазон изменения фокусного расстояния объектива – (300–25) мм;
- расширен рабочий спектральный диапазон – (3,5–5,0) мкм.

Для сравнения – в прототипе: диапазон изменения фокусного расстояния (300–30) мм, спектральный диапазон работы (3,7–4,8) мкм.

Литература

1. Запрягаева, Л. А. Расчет и проектирование оптических систем / Л. А. Запрягаева, И. С. Свешникова. – М. : Логос, 2000. – 584 с.
2. Павлов, Н. И. Авиационный малогабаритный многоспектральный сканирующий прибор / Н. И. Павлов // Оптический журнал. – 2010. – Т. 77, № 3. – С. 67–72.
3. Инфракрасный объектив с плавно изменяющимся фокусным расстоянием : пат. RU 2578661 С1 / А. И. Белоусов, Г. В. Вазагов. Опубл. – 27.03.2016.

УДК 621.865.8:658.56

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СОРТИРОВКИ ОТХОДОВ НА БАЗЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОРТИРУЕМОГО МАТЕРИАЛА Бельман О.И., Стельмах Н.В.

*Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»
Киев, Украина*

Аннотация. В данной работе описана система автоматизированного сортировки твердых бытовых отходов. Одной из особенностей системы является полное исключение человеческого труда, достигается использованием ничем современных технологий. И по сравнению с другими методами утилизации не вредит окружающей среде.

Ключевые слова: автоматизация, утилизация, спектрометрия, схема автоматизации.

AUTOMATED WASTE SORTING SYSTEM BASED ON UNHOMOGENEOUS OPTICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF THE MATERIAL TO BE SORTED Belman O., Stelmakh N.

*National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»
Kyiv, Ukraine*

Abstract. This paper describes a system of automated sorting of solid waste. One of the features of the system is the complete exclusion of human labor, which is achieved through the use of modern technologies. And compared to other methods of disposal does not harm the environment.

Key words: automation, utilization, spectrometry, automation scheme.

e-mail: o_belman@ukr.net , n.stelmakh@kpi.ua

Раздельная сортировка в последнее время все более активно внедряется в жизнь современного общества, но такое решение, на данном этапе внедрения, только частично уменьшает «поток» твердых бытовых отходов (ТБО) и никак не помогает в борьбе с ликвидацией огромных полигонов ТБО. И если не брать во внимание некомпетентность некоторых коммунальных предприятий, которые выгружают отсортированное сырье на те же полигоны. Поэтому надеяться на

то, что раздельная сортировка сделает наши города и воздух чище, не стоит, для этого необходим комплексный подход. Существует не так много методов борьбы с бытовыми отходами, и их можно разделить на пассивные и активные. Пассивными можно назвать абсолютное бездействия и беспечность со стороны населения. Это относится не только к властям, которых все по этому поводу критикуют, а и обычных граждан. В свою очередь, пассивность большинства, а