

Рисунок 3 – Визуализация работы различных осветителей

- белый косопадающий, ИК косопадающий (870 нм);
- просветный (донный) белый;
- просветный (донный) ИК (870 нм);
- просветный (донный) УФ (365 нм);
- белый кольцевой;
- белый полукольцевой (2 режима);
- белый квадрант (4 режима);
- ИК кольцевой;
- ИК полукольцо (2 режима);
- ИК квадрант (4 режима) (870 нм).

В связи с тем, что прибор предназначен для проверки документов, получение цифрового изображения – неотъемлемая процедура, так как

при проверке действительное изображение нуждается в сверке с подлинным, которое в свое время хранится в базе данных.

Пример объектов исследований под разными видами осветителей представлен на рисунке 3.

Модель «Регула» 5001МК.01 комплектуется тисками криминалистическими для зажима объектов исследования: пуль, гильз и т. п.; их вращения в аксиальном, радиальном, тангенциальном направлении при снятой подвижной губе.

Ближайшими зарубежными аналогами рассматриваемой модели микроскопа являются: «МикМед-2» вариант 16; «Микмед 6» ЛОМО (Москва, РФ); «Альтами ЛЮМ 1» (С-Петербург, РФ); Evolution LUM LS-8530; SVX-M (ООО «ЕТГ»); «MSF-1» Carl Zeiss (Германия) и некоторые другие.

Литература

1. Как работает люминесцентная микроскопия. ООО «Биокоммерц» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://biocommerce.ru/spravochnik-po-tehnologiyam/kak-rabotaet-lyuminestsentnaya-mikroskopiya/>.
2. Regula [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://regula.by/ru/products/advanced_verification/5001/.
3. Программный продукт управления жизненным циклом продукта (PLM) Windchill [Электронный ресурс]. – Режим доступа: windchill.regulaforensics.net.

УДК 681.777.078

ШИРОКОПОЛЬНЫЙ АВТОКОЛЛИМАТОР ДЛЯ ПРИЦЕЛЬНО-ВИЗИРНОГО УСТРОЙСТВА Масловский В.А.^{1,2}, Жук Ю.А.², Побожный А.А.^{1,2}, Фёдорцев Р.В.², Савельева Е.В.¹

¹ОАО «Пеленг»

²Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В работе рассмотрены результаты модернизации конструкции цифрового автоколлиматора, используемого в качестве визирно-прицельного устройства. Произведена замена светоделителя на блок призм включающую равнобедренную призму AP-90° и ромб-призму BS-0° с целью уменьшения вторичного переотражения лучей внутри оптической системы. Выбрана новая модель цифровой камеры (Basler ace 2 Basic) включающая фотоприемник с большей разрешающей способностью. В качестве осветителя выбран кластер светодиодов LUXEON Z, модель SZ-05-H5 и оптическая система фокусировки лучей, включающая двухлинзовый конденсор.

Ключевые слова: визирно-прицельное устройство, широкопольный, цифровой автоколлиматор.

WIDE-FIELD AUTOCOLLIMATOR FOR AIMING AND SIGHTING DEVICE

Maslouski V.^{1,2}, Zhuk Y.², Pabozhny A.^{1,2}, Feodortsau R.², Savelyeva E.¹

¹JSC "Peleng"

²Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The work examines the results of modernizing the design of a digital autocollimator used as a sighting and sighting device. The beam splitter was replaced with a block of prisms including an isosceles prism AR-90° and a diamond prism BS-0° in order to reduce the secondary reflection of rays inside the optical system. Selected a new digital camera model (Basler ace 2 Basic) including a photodetector with higher resolution. LUXEON Z LEDs module of the model SZ-05-H5 were chosen as the illuminator. and an optical beam focusing system, including a two-lens condenser.

Keywords: sighting device, wide-field, digital autocollimator.

Адрес для переписки: Масловский В.А., Каховская, 39, Минск, 220268, Республика Беларусь
e-mail: night.clover@mail.ru

На сегодняшний день невозможно представить процесс юстировки оптического прибора без коллиматора. Коллиматор – универсальный

«инструмент», относящийся к приборам для контроля углов поля зрения телескопических систем, а также для контроля углов отклонения визирной

оси оптических приборов от нормали с высокой точностью. Более того, для повышения удобства эксплуатации, с новыми достижениями науки, на замену простым коллиматорам пришли автоколлиматоры, а за ними – стали использовать цифровые автоколлиматоры (ЦАК). Они, в свою очередь, не только делают юстировку действительно удобной и простой ввиду наблюдения не посредством визирного канала, а через монитор, подключенный к цифровой камере, но и позволяют в несколько раз увеличить точность юстировки.

В целом, фотоэлектрические автоколлиматоры по величине углового диапазона можно разделить на три группы, в которых проводятся измерения:

- узкопольные ($\alpha < 1^\circ$);
- среднопольные ($\alpha = 1 \pm 2^\circ$);
- широкопольные ($\alpha > 2^\circ$).

Последние используются для того, чтобы была возможность наблюдать не только область с меткой-тест-объектом, но и иметь возможность видеть всю картину в целом. Это применимо, если поверхность, на которую нужно сориентировать прибор находится на большом расстоянии, либо нам сложно ориентироваться по этой поверхности, например зеркало.

Рассмотрим узкопольный цифровой автоколлиматор, показанный на рисунке 1, с угловым полем $2\omega = 10^\circ$, и его последующую модернизацию для использования в качестве широкопольного автоколлиматора для визирно-прицельного устройства, представленного на рисунке 2, с угловым полем $2\omega = 4^\circ 12'$.

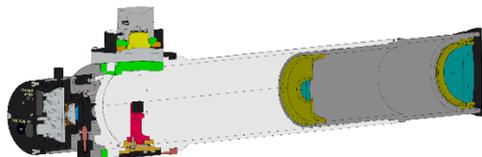


Рисунок 1 – Оптическая скамья

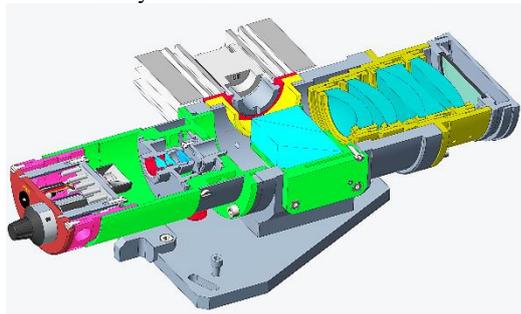


Рисунок 2 – Визирно-прицельное устройство

Прежде всего, стоит отметить, что изначальный автоколлиматор превосходит визирно-прицельное устройство по габаритам в несколько раз ввиду того, что используется в составе оптической скамьи, что означает, что главные изменения будут касаться размеров самого корпуса, крепления автоколлиматора, формы корпуса.

Второй группой изменений будет модернизация, изменение размеров и замена элементов оптической схемы.

Для лучшего понимания причины конструктивных изменений стоит начать как раз со второй группы. Ключевыми изменениями являются:

- замена цифровой камеры;
- модернизация светоделителя;
- добавление конденсора;
- замена кластера светодиодов.

Рассмотрим подробно каждое изменение и причины их возникновения.

В исходном прототипе прибора (разработан в 2019 году) использовалась камера Basler Pulse с разрешением 2 МП, размером пикселя $4,5 \times 4,5$ мкм, размерами сенсора $7,2 \times 5,4$ мм и общими габаритными размерами 27×38 мм. В последнее время на рынке появились камеры с разрешением на уровне 5–40 МП. Таким образом, камера модели Basler Ace 2 Basic, используемая в настоящее время, имеет разрешающую способность 8 МП, размер пикселя $2,74 \times 2,74$ мкм и размер сенсора $7,78 \times 7,78$ мм при общих габаритных размерах $28,5 \times 28,5 \times 48$ мм, что практически соизмеримо с размерами камеры прототипа. Однако, ввиду обеспечения стабильного температурного режима, для корректной работы камеры требуется установка радиатора, что делает габариты новой камеры в несколько раз больше (рисунок 3).



Рисунок 3 – Сравнение габаритов камер

В качестве светоделителя в прототипе используется куб-призма К-0°, поэтому в камеру, вместе с основным пучком, попадают блики от боковых граней вне зоны светового диаметра, а также от грани, находящейся с противоположной стороны от камеры, так как луч, который проходил через гипотенузную грань, разделялся надвое. Один луч попадал на матрицу цифровой камеры, а второй попадал на плоскую грань куба и, отражаясь, снова попадал в камеру, что создавало неудобства при наблюдении. Ввиду этого было решено изменить светоделитель на склейку из блока призм включающую равнобедренную призму АР-90° и ромб-призму БС-0° (рисунок 4). В результате изменяется ход лучей в противоположную от камеры сторону, на диагональной грани часть лучей преломляется и попадает в корпус, на стенки которого нанесено черное поглощающее глубокоматовое покрытие.

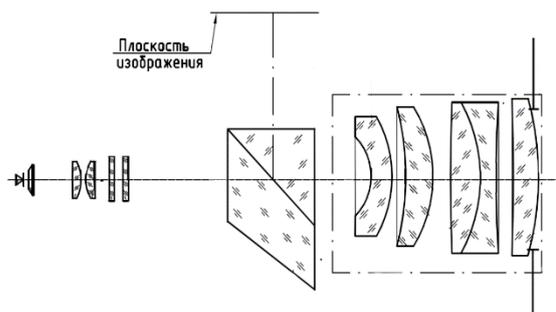


Рисунок 4 – Оптическая схема визирно-прицельного устройства

Кроме того, учитывая тот факт, что прицельно-визирное устройство будет работать с расстояниями куда большими нежели оптическая скамья, нам следует увеличить и интенсивность метки и наверняка избавиться от бликов, которые образуются после прохождения пучка лучей через оптические детали вне светового диаметра. Для этого был добавлен конденсор, который уменьшает пучок, приходящий от осветителя – кластера светодиодов LUXEON Z, модель SZ-05-H5, работающих на требуемой длине волны и линзы, которая преобразует свет этих четырех диодов так, чтобы у пучка был один максимум интенсивности вместо четырех, что показано на рисунке 5.

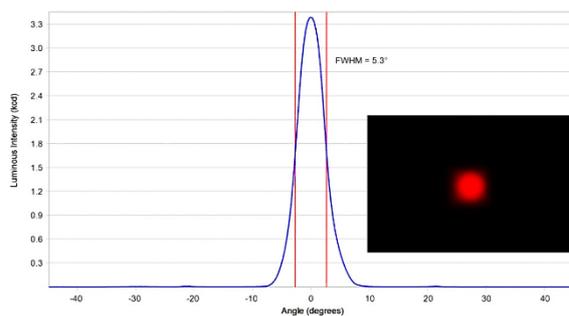


Рисунок 5 – График интенсивности светового потока после прохождения пучка через линзу осветителя

Вышеупомянутый кластер – тоже является замененным, если прототип работал на длине волны 620 нм, то прицельно-визирное устройство имеет рабочую длину волны 650–670 нм.

Перейдем к модернизации корпуса. Первое, что бросается в глаза – отсутствие длинной трубы. Также, раз был добавлен двухлинзовый конденсор, вместе с ним изменились конструкции втулок и оправок молочного стекла, вместе с которым соединен конденсор. Кроме того, в местах крепления оправы тест-объекта, ввиду изменения оправки для молочного стекла, больше нет доступа к винтам, поэтому было решено заменить винты с цилиндрической головкой и внутренним шестигранником на болты с шестигранной головкой и сделать соответствующие пазы во втулке, чтобы не было необходимости разбирать половину прибора при юстировке, а также, учитывая требуемую плавность закручивания этих болтов увеличить рычаг при закручивании.

В результате модернизации была получена модель компактного широкопольного автоколлиматора с минимальными габаритными размерами, с оптимальными выходными техническими параметрами, отличающаяся удобством в процессе сборки и юстировки.

Литература

1. Парвулюсов, Ю.Б. Проектирование оптико-электронных приборов: учебник / Ю.Б. Парвулюсов, С.А. Родионов, В.П. Солдатов; под ред. Ю. Г. Якушеникова. – М. : Логос, 2000. – 488 с.
2. Афанасьев, В.А. Оптические измерения: учебник для вузов / В.А. Афанасьев; под ред. Д.Т. Пуряева. – 3-е изд. – М. : Высшая школа, 1981. – 229 с.
3. Креопалова, Г.В. Оптические измерения / Г.В. Креопалова, Н.Л. Лазарева, Д.Т. Пуряев; под общ. ред. Д.Т. Пуряева. – М. : Машиностроение, 1987. – 264 с.
4. Королев, А.Н. Исследование точности позиционирования изображения на ПЗС матрице / А.Н. Королев, А.И. Гарцуев // Измерительная техника. – 2004. – № 5. – С. 20–22.