

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ УГЛОВОГО ПОЛЯ ЗРЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

*Максим Евгеньевич Кобзарь*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант, e-mail: maksimkobzar2025@gmail.com

*Валерия Александровна Павленко*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат экономических наук, доцент кафедры специальных устройств, инноватики и метрологии, тел. (906)996-32-89, e-mail: lera-pavlenko1@yandex.ru

В статье рассматривается проблема отсутствия методики измерения углового поля зрения оптических изделий, средствами измерений утвержденного типа.

**Ключевые слова:** поле зрения, методика выполнения измерений, нестандартизованное средство измерений, коллиматоры.

## **DEVELOPMENT OF THE METHOD OF PERFORMANCE OF MEASUREMENTS OF ANGULAR FIELD OF VIEW OF OPTICAL PRODUCTS**

*Maxim E. Kobzar*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, phone: (383)361-01-24, e-mail: maksimkobzar2025@gmail.com

*Valery A. Pavlenko*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D, Associate Professor, Department of Special-Purpose Devices, Innovations and Metrology, phone: (906)996-32-89, e-mail: lera-pavlenko1@yandex.ru

The article deals with the problem of the lack of a technique for measuring the angular field of view of optical products, using approved-type measuring instruments.

**Key words:** field of view, measurement technique, non-standard measuring instrument, collimators.

«Новосибирский приборостроительный завод (АО «НПЗ»)» один из крупнейших производителей стрелковой и наблюдательной оптики по всей России. Для повышения качества продукции, производимой на заводе (оптических и охотничьих прицелов, биноклей, телескопов, монокуляров и т. д.), необходимо при их производстве проверять основные технические характеристики, с помощью средства измерений. На данный момент возникает проблема проверки углового поля зрения оптического изделия. Угловое поле зрения – плоский угол между двумя лучами, проходящими через центр входного зрачка объектива к наиболее удаленным от оптической оси точкам объекта в пространстве объектов, отображающимся на противоположных краях кадрового

окна [1]. Проверка углового поля зрения проводится при помощи коллиматоров, благодаря которым можно получить параллельный пучок лучей, выходящих из объектива коллиматора, если в заднем фокусе расположить непрозрачный экран с малым отверстием в центре, или изображение другого тест-объекта, расположенное на бесконечном расстоянии от объектива [7]. Этот метод является весьма неточным в виду наличия центрального экранирования и остаточных расчетных аберрациях, из-за чего такие коллиматоры имеют существенное ограничение в части относительного отверстия. Обычно принято, что остаточная волновая аберрация объектива, как правило, не должна превышать четверти длины волны света. С другой стороны, для количественных оценок характеристик качества изображения исследуемой оптической системы необходимо, чтобы погрешности объектива коллиматора были намного меньше, чем ошибок и аберраций исследуемого объектива коллиматора.

Ранее в метрологии применялся термин нестандартизованного средства измерения. Нестандартизованное средство измерения – единичные экземпляры средств измерений серийного выпуска с нормированными характеристиками в конструкцию которых внесены изменения, влияющие на эти характеристики [8]. Имеющийся на заводе парк коллиматоров считался нестандартизованными средствами измерений. В сфере государственного регулирования при проверке необходимо применять средства измерений утвержденного типа [2]. Поэтому имеется необходимость разработки методики измерения с применением средств измерения утвержденного типа. Например, измерение углового поля зрения.

Для решения проблемы проверки технических характеристик оптического изделия, предлагаю разработку методики измерений углового поля зрения с помощью теодолита.

Стоит для начала дать определение термину методика выполнения измерений. Методика выполнения измерений – установленная логическая последовательность операций и правил при измерении, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений в соответствии с принятым методом измерений [3, 5]. Согласно ГОСТ 8.010-2013, разработку методик измерений осуществляют на основе исходных данных, которые могут быть приведены в техническом задании, технических условиях и других документах. К исходным данным можно отнести:

- область применения;
  - наименование измеряемой величины в единицах величин, допущенных к применению в Российской Федерации;
  - требования к показателям точности измерений;
  - требования к условиям выполнения измерений;
  - характеристики объекта измерений, если они могут повлиять на точность измерений;
  - при необходимости другие требования к методике измерений.
- Разработка методики измерений должна включать в себя [4]:
- формулирование измерительной задачи;

- установление последовательности и содержания операций при подготовке и выполнении измерений;
- обработку промежуточных результатов измерений и вычисление окончательных результатов;
- выбор метода и средств измерений.

Для проведения измерений технических характеристик будет применяться теодолит типа ЗТ2КП (рисунок). Диапазон измерений данного средства измерений составляет от 0 до 360°.

Для измерения поля зрения необходим метод, в основе которого лежит измерение угла между двумя лучами, идущими от двух крайних, но еще видимых через прибор точек бесконечно удаленного объекта [9]. С помощью теодолита можно измерить горизонтальные и вертикальные углы [6]. Благодаря лимбу, который имеет градусные деления от 0 до 360° [10], можно определить угловое поле зрения оптических изделий.

Требования к условиям окружающей среды, для проведения измерений, приведены в таблице.



Теодолит ЗТ2КП

#### Требования к условиям окружающей среды

Наименование измеряемой величины	Наименование влияющей величины	Номинальное значение	Предельные отклонения
Поле зрения	Температура окружающего воздуха	20 °С	не менее 15 °С не более 35 °С
	Относительная влажность воздуха		не более 80 % при 25 °С
	Атмосферное давление		не менее 84 кПа не более 106,7 кПа

Измерения проводят при отсутствии внешних электрических и магнитных полей, а так же вибрации.

Подготовку прибора к работе проводят согласно руководству по эксплуатации, прилагаемому к прибору.

При выполнении измерения углового поля выполняют следующие операции:

- 1) прибор установить перед объективом коллиматора соосно с последним;
- 2) окуляр прибора установить на ноль диоптрий, прибор сфокусировать на бесконечно удаленный объект (на резкое изображение шкалы коллиматора);

3) наблюдая в прибор, заметить штрихи шкалы коллиматора по вертикали и горизонту, расположенные на краях поля зрения прибора;

4) вместо прибора установить перед объективом коллиматора теодолит и с его помощью измерить угол между замеченными штрихами. Это и будет угловое значение поля.

Затем, результаты измерений оформляют протоколом результатов измерений.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волосов Д. С. Фотографическая оптика. – 2-е изд. – М. : Искусство, 2014. – 543 с.
2. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 № 102-ФЗ (последняя редакция). – 33 с.
3. ГОСТ 8.010-2013. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Методики выполнения измерений. Основные положения. – Введ. 01.03.2015. – М. : Стандартинформ, 2014. – 16 с.
4. ГОСТ Р 8.563-2009. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Методики (методы) измерений. – Введ. 15.04.2010. – М. : Стандартинформ, 2010. – 20 с.
5. РМГ 29-2013. ГСИ. Метрология. Основные термины и определения. – Введ. 01.01.2015. – М. : Стандартинформ, 2015. – С. 63 с.
6. ГОСТ 10529-96. Теодолиты. Общие технические условия. – Введ. 01.07.1998. – М. : ИПК Изд-во стандартов, 1997. – 19 с.
7. Андреев А. Н., Гаврилов Е. В. Оптические измерения : учеб. пособие. – М. : Университетская книга : Логос, 2017. – 416 с.
8. РД 153-34.0-11.402-98. Методические указания. Метрологическая аттестация нестандартизованных средств измерений. Организация и порядок проведения. – СПО ОРГРЭС – 2000. – 18 с.
9. ГОСТ Р 50508-93. Приборы наблюдательные телескопические. Методы контроля параметров. – Введ. 01.01.1994. – М. : Изд-во стандартов, 1993. – 35 с.
10. Букша У. А., Букша В. В. Геодезия: лаб. практикум. – Екатеринбург : Уральский университет, 2018. – 76 с.

© М. Е. Кобзарь, В. А. Павленко, 2019