

- classify Riesling wines from different countries / L. Liu // Food Chemistry. – 2008. – V. 106. – P. 781-786.
4. Wold S. Principal component analysis Chemom / S. Wold, K. Esbensen., P. Geladi // Intell. Lab. Syst., 1987. – V. 2. – P. 37-52.
 5. Indahl U. Multivariate strategies for classification based on NIR-spectra—with application to mayonnaise Chemom / U. Indahl // Intell. Lab. Syst. – 1999. – V. 49. – P. 19-31.
 6. Zupan J. Neural networks: A new method for solving chemical problems or just a passing phase / J. Zupan, J. Gasteiger // Analytica Chimica Acta. – 1991. – V. 248. – P. 1-30.
 7. Wold S. Pattern recognition by means of disjoint principal components models / S. Wold // Pattern Recognition – 1976. – V. 8. – P. 127-139.
 8. McElhinney J. Chemometric processing of visible and near infrared reflectance spectra for species identification in selected raw homogenized meats / J. McElhinney, G. Downey, N. J. Fearn // Near Infrared Spectrosc. – 1999. – V. 7. – P. 145-154.
 9. Rogovaya M. V., A Principal Component Analysis of Transmission Spectra of Wine Distillates / M. V. Rogovaya, G. V. Sinitsyn, and M. A. Khodasevich // Optics and Spectroscopy. – 2014. – V. 117, № 5. – P. 839-843.
 10. Егоров И. А. Химия и биохимия коньячного производства / И. А. Егоров и А. К. Родопуло. – М.: Агропромиздат. – 1988. – 190 с.

УДК 531.743

КОМПЛЕКС ДЛЯ КАЛИБРОВКИ ПРОСТРАНСТВЕННО-УГЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ НАВЕДЕНИЯ

Цикман И.М., Беляев Ю.В., Попков А.П.

*Институт прикладных физических проблем им. А.Н. Севченко БГУ
Минск, Республика Беларусь*

Отдел аэрокосмических исследований НИИ-ПФП в течении ряда лет ведет работу по созданию научной аппаратуры (НА) оптического дистанционного зондирования Земли, в том числе компактных видео-, фото- и спектральных систем, способных вести съемку с борта космических носителей. В настоящее время отдельные приборы используются на борту международной космической станции (МКС) [1, 2].

При регистрации спектральной и оптической информации НА необходима точная привязка к местности, для чего важно знать положение оптической оси прибора в момент съемки с высокой точностью. С этой целью были разработаны системы наведения (СН). СН предназначены для установки различной НА, наведения НА и съемки по заданной программе оператором или без участия оператора на иллюминаторах многоцелевого лабораторного модуля МКС.

НА закрепляется на поворотном фланце СН таким образом, что оптическая ось НА перпендикулярна установочной плоскости. СН обеспечивает наклон прибора, а значит, и его оптической оси в двух взаимно перпендикулярных плоскостях с углом прокатки $\pm 30^\circ$. Наклон (поворот) прибора контролируется угловыми датчиками СН. С течением времени для более корректной съемки объектов были разработаны несколько вариантов СН. [3]

Зная координаты и ориентацию положения МКС и точные угловые координаты положения оптического прибора относительно СН, можно осуществить пространственную привязку реги-

стрируемых данных. Так, например, при высоте полета носителя порядка 500 км привязка на поверхности Земли с точностью ± 100 м требует точности калибровки угловых датчиков в 30 угловых секунд.

Для калибровки пространственно-угловых положений установочной плоскости СН создается комплекс «Вектор».

Комплекс выполняется по блочному принципу в виде стенда. Собирается комплекс на оптическом столе и состоит из блоков автоколлиматора, поворотного зеркала и механического адаптера.

Требуемая высокая точность калибровки СН (менее 10") выдвигает высокие требования как к метрологическим характеристикам используемого оборудования, так и точной ориентации всех элементов комплекса относительно друг друга.

Блок автоколлиматора включает цифровой автоколлиматор АК-1Ц (далее – АК), компьютер со специальным программным обеспечением, установочную платформу, линейный транслятор. АК размещается на установочной платформе и закрепляется на линейном трансляторе фирмы Standa. Платформа служит для точной установки визирной оси АК в горизонтальной плоскости. Линейный транслятор используется при калибровке крайних положений поворотного фланца СН для перемещения АК в направлении, перпендикулярном оси визирования АК. Погрешность определения АК угловой величины составляет 1".

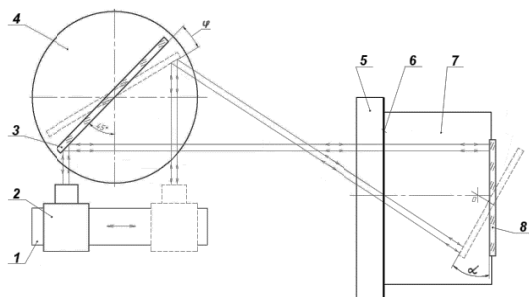
Блок поворотного зеркала состоит из мотори-

зованного поворотного столика 8MR 170-190-001 Standa, юстировочной платформы с закрепленным на ней плоским зеркалом (габаритные размеры, в мм 140×80×20) в оправе. Поворотная платформа обеспечивает точность поворота размещенного на нем зеркала в 3".

Блок механического адаптера представляет собой стойку с кронштейном, имитирующим крепление иллюминатора, т.е. место крепления СН на МКС. Кронштейн закреплен на стойке через систему юстировочных винтов.

Установка всех элементов комплекса производится методом автоколлимации с помощью различных юстировочных устройств (рисунок 1).

Вначале выставляется нулевое положение блока поворотного зеркала относительно блока автоколлиматора. Зеркало А располагают парал-



1 – линейный транслятор; 2 – АК; 3 – зеркало А; 4 – поворотный столик; 5 – адаптер; 6 – плоскость крепления СН (либо РЭ); 7 – калибруемая СН; 8 – зеркало Б

Рисунок 1 – Схема расположения элементов комплекса при калибровке СН

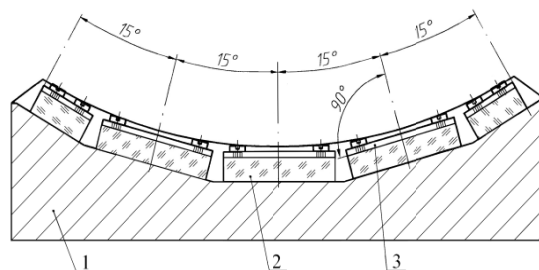
лельно линейному транслятору и перпендикулярно оси визирования АК. Нулевое положение проверяется при различных положениях АК вдоль линейного транслятора.

Затем задается первоначальное рабочее положение зеркала А, соответствующее повороту по часовой стрелке на угол 45°, и выполняется установка механического адаптера согласно рисунку 1. На базовую плоскость б кронштейна механического адаптера закрепляется дополнительное плоское зеркало. При положении зеркала А под углом 45° по изображению автоколлимационной марки АК, полученному при отражении от дополнительного зеркала, при помощи юстировочных винтов устанавливается исходное положение кронштейна (плоскости б) механического адаптера.

После установки взаимного расположения всех элементов комплекса выполняется опробование работы всех его блоков. Следующим этапом является калибровка комплекса.

Калибровка метрологических характеристик комплекса будет осуществляться с помощью ра-

бочего эталона (РЭ) (рис. 1) единиц плоского угла по пяти точкам. РЭ представляет собой призму, зеркальной рабочей поверхностью которой являются пять граней внутренней 24-гранной призмы. При калибровке комплекса РЭ закрепляется на механическом адаптере в плоскости крепления СН.



1 – основание, 2 – зеркало, 3 – крепление зеркала

Рисунок 2 – Рабочий эталон единиц плоского угла

Согласно оптической схеме расположения элементов комплекса (рис. 2) СН 7 при калибровке закрепляется в плоскости б кронштейна механического адаптера. Калибруемой поверхностью является плоскость б поворотного фланца СН (установочное место), на которую в процессе эксплуатации на МКС крепится НА, сюда же и устанавливается плоское зеркало Б 8. Калибровка осуществляется методом автоколлимации.

Вначале определяется нулевое положение фланца СН. ($\varphi = 45^\circ$, $\alpha = 0$). Цифровой автоколлиматор 2 излучает световой поток, выходящий из объектива АК параллельным пучком. На поворотном столике 4 уставлено плоское зеркало А 3, которое отражает излучение АК и направляет его к СН. Отразившись от калибруемой поверхности зеркала Б световой пучок возвращается в объектив АК и дает изображение автоколлимационной марки на ПЗС-матрице АК. Поворотом зеркала Б добиваются совмещения изображения и автоколлимационной марки.

Затем выполняется поворот зеркала А на заданный угол $\Delta\varphi$. Согласно оптической схеме калибровки поворот зеркала А на угол $\Delta\varphi$ соответствует повороту зеркала Б на угол $\alpha = 2 \cdot \Delta\varphi$. Поворот фланца СН контролируется угловыми датчиками, т.е. величине угла α соответствует определенное число отсчетов кодового сигнала V преобразователей (энкодеров) углов поворота.

В результате калибровки определяется характеристика угловой чувствительности $S(\alpha)$ СН, зависящая от соотношения величины задаваемого угла φ поворота столика и полученной при этом соответствующей величины кодового сигнала V:

$$S_{CH} = \frac{V}{\alpha} = \frac{V}{2 \cdot \Delta\varphi}$$

Вычисление положения оси визирования НА оптического дистанционного зондирования при наклоне на произвольный угол α_{CH} во время их работы на авиа- или космическом носителе будет

происходить следующим образом :

$$\alpha_{Ni}(V) = \frac{V_{ci}}{S},$$

где α_{CH} – расчетный угол поворота фланца СН с закрепленной на нем НА оптического дистанционного зондирования; V_{CH} – величина кодового сигнала датчиков углов поворота СН, регистрируемая при повороте ее фланца.

Разрабатываемый комплекс будет введен в эксплуатацию до конца текущего года в составе Центра коллективного пользования, размещенного в НИИПФП им. А.Н. Севченко БГУ и будет использоваться для калибровки различных электронно-механических систем, оснащенных датчиками угловых положений.

1. Летная отработка исследовательской аппаратуры «Фотоспектральная система» на борту Российского сегмента МКС / Б.И. Беляев [и др.] // Космическая техника и технологии. – 2014. – № 1(4). С.22-28.
2. Видеоспектральная система для мониторинга земной поверхности с борта МКС / Б.И. Беляев и др. // Шестой Белорусский космический конгресс: Материалы конгресса. В 2 т. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси. – 2014. – Т.1. – С. 211-214.
3. Бортовая система автоматической ориентации видеоспектральной аппаратуры для МКС / Б.И. Беляев и др. // Приборы и методы измерений. – 2015. – № 1. – С. 26-30.

УДК 621.317.4; 621.317

ЭТАЛОННАЯ УСТАНОВКА И СТАНДАРТНЫЕ ОБРАЗЦЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ СТАЛИ

Брановицкий И.И. , Скурту И.Т. , Размыслович Г.И. , Ерошенко А.С.

Институт прикладной физики НАН Беларуси

Минск, Республика Беларусь

Республика Беларусь является крупным потребителем наиболее востребованного в народном хозяйстве магнитомягкого материала – электро-технической стали (ЭТС) – десятки тысяч тонн в год. В связи с тем, что магнитные характеристики изготавливаемых из ЭТС магнитопроводов являются одним из основных факторов, определяющих технический уровень генерирующих, преобразующих и трансформирующих электрическую энергию систем (генераторов, электродвигателей, трансформаторов и т.д.), в развитых странах существует четкая система аттестации ЭТС по магнитным характеристикам (удельные магнитные потери и магнитная индукция) на стадии выходного (производителя) и входного (потребители стали) контроля. В 1998 г. с целью восстановления единых правил аттестации ЭТС Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (в том числе Госстандарты России, Беларуси, Украины – всего 9 стран СНГ) принята система межгосударственных стандартов (ГОСТ 12119.(0-8)-98) [1-3], устанавливающих порядок определения магнитных и электрических свойств ЭТС. Однако до настоящего времени в Республике Беларусь не были сформированы в полном объеме условия для реализации указанных выше технических нормативных правовых актов. Действительно, названные межгосударственные стандарты определяют основные требования к процедурам измерения магнитных характеристик ЭТС рабочими средствами. В Институте прикладной физики созданы первые в Республике

Беларусь и одни из первых в странах СНГ современные рабочие средства измерения удельных магнитных потерь и магнитной индукции в ЭТС – магнито-измерительные установки УМ-ИМПИ и УМЦ, предназначенные для входного контроля магнитных свойств ЭТС. Работа установок методически и технически соответствует установленным международным процедурам и указанным выше межгосударственным стандартам и они сертифицированы в РБ, а УМ-ИМПИ и в РФ. В тоже время эталонная база для разработки методик и аттестации таких средств до настоящего времени в РБ отсутствовала.

В 2013-2015 г.г. в течение двух с половиной лет в ИПФ НАН Беларуси проводилась НИОКР с целью восполнить этот пробел. Работа велась в рамках подпрограммы “Эталоны Беларуси” ГНТП “Эталоны и научные приборы” по заданию 2.19 “Создать эталонную установку и стандартные образцы для воспроизведения, хранения и передачи размера единиц удельных магнитных потерь и магнитной индукции в электро-технической стали”. К работе по заданию были привлечены также специалисты БелГИМ. В результате выполнения задания была создана и аттестована эталонная установка (ЭУ) (см. рис. 1), а также изготовлены, исследованы и сертифицированы 4 стандартных образца (СО) для хранения и передачи рабочим средствам размера единиц удельных магнитных потерь и магнитной индукции в электротехнической стали. СО созданы в виде пакетов пластин 280x30 мм (эпштейновская проба) из анизотропной и изотропной ЭТС, в