

Сравнительный анализ методов калибровки датчика волнового фронта Шэка-Гартмана*Д. Г. Денисов, А. А. Золотухина, А. В. Кудряшов, А. Н. Никитин*

Выполнен сравнительный анализ методов калибровки датчика волнового фронта Шэка-Гартмана по плоскому волновому фронту (калибровка по наклону датчика) и сферическому волновому фронту (абсолютная калибровка). Для сравнения был проведен общий анализ достоинств и недостатков методов калибровки. Показано, что калибровка датчика включает в себя следующие этапы: создание опорного волнового фронта и определение точных проектных параметров датчика. Значения проектных параметров используются в реконструкции измеряемого волнового фронта и определяют такие параметры датчика Шэка-Гартмана, как динамический диапазон и чувствительность. Также для численного сравнения был проведен анализ погрешностей динамического диапазона, определяемого по абберациям типа наклон и дефокусировка, и построены зависимости этих погрешностей от погрешности проектных параметров датчика.

Ключевые слова: датчик волнового фронта, абсолютная калибровка, динамический диапазон, погрешности.

DOI: 10.51368/2307-4469-2021-9-2-153-163

ЛИТЕРАТУРА

Денисов Дмитрий Геннадьевич¹, доцент, к.т.н.

E-mail: denisov_dg@mail.ru

Золотухина Анастасия Александровна¹, студент.

E-mail: anastasiazolotuhina17@gmail.com

Кудряшов Алексей Валерьевич², рук. лаборатории, д.т.н.

Никитин Александр Николаевич², н.с.

¹ МГТУ им. Н. Э. Баумана.

Россия, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5.

² Институт динамики геосфер РАН.

Россия, 119334, Москва, Ленинский проспект, 38.

Статья поступила в редакцию 26 марта 2021 г.

© Денисов Д. Г., Золотухина А. А., Кудряшов А. В., Никитин А. Н., 2021

1. Nikitin A. N., Kudryashov A. V., Sheldakova J., Denisov D., Karasik V., Sakharov A. // SPIE Conferences and Exhibitions «Photonics West-2015», 7–12 February 2015, San Francisco, California, United States, P. 9369-5.

2. Chernishov A., Sterr Uwe, Riehle Fritz, Helmcke Jurgen, Pfund Johannes. // Appl. Opt. 2005. Vol. 44. P. 6419.

3. Nikitin A. N., Galaktionov I., Sheldakova J., Kudryashov A., Baryshnikov N., Denisov D., Karasik V., Sakharov A. // SPIE "Photonic Instrumentation Engineering VI", 2019.

4. Jinsheng Yang, Ling Wei, Hongli Chen, Xuejun Rao, Changhui Rao. // Optics Communications. 2009. Vol. 283 (6). P. 910.

5. Тејлор Дж. Введение в теорию ошибок / Пер. с англ. – М.: Мир, 1985.

6. Стюард И. Г. Введение в фурье-оптику / Пер. с англ. – М.: Мир, 1985.

PACS: 07.60.-j

Comparative analysis of methods for calibration of a Shack-Hartmann wavefront sensor

D. G. Denisov¹, A. A. Zolotukhina¹, A. V. Kudryashov², and A. N. Nikitin²

¹ Bauman Moscow Technical University
5 2-nd Baumanskaya st., Moscow, 105005, Russia
E-mail: denisov_dg@mail.ru

² Institute of Geosphere Dynamics of the Russian Academy of Science
38 Leninsky Prospekt, Moscow, 119334, Russia

Received March 26, 2021

This paper is devoted to a comparative analysis of the methods for calibrating the Shack-Hartmann wavefront sensor: on the plane wavefront (calibration by turning the sensor) and spherical wavefront (absolute calibration). For comparison, a general analysis of the advantages and disadvantages of calibration methods was carried out, including the creation of a reference wavefront and the determination of the exact geometric parameters of the sensor. The geometric parameters of the Shack-Hartmann wavefront sensor are used in the reconstruction of the measured wavefront and determine such parameters of the Shack-Hartmann sensor as the dynamic range and sensitivity. Also, for numerical comparison, an analysis of the errors of the dynamic range, determined by aberrations such as tilt and defocus, was carried out, and the dependences of these errors on the error of the geometric parameters of the sensor were constructed.

Keywords: wavefront sensor, absolute calibration, dynamic range, errors.

DOI: 10.51368/2307-4469-2021-9-2-153-163

REFERENCES

1. A. N. Nikitin, A. V. Kudryashov, J. Sheldakova, D. Denisov, V. Karasik, and A. Sakharov, *SPIE Conferences and Exhibitions «Photonics West-2015»*, 7–12 February 2015, San Francisco, California, United States, p. 9369-5.
2. A. Chernishov, Uwe Sterr, Fritz Riehle, Jurgen Helmcke, Johannes Pfund, *Appl. Opt.* **44**, 6419 (2005).
3. A. N. Nikitin, I. Galaktionov, J. Sheldakova, A. Kudryashov, N. Baryshnikov, D. Denisov, V. Karasik, and A. Sakharov, *SPIE "Photonic Instrumentation Engineering VI"* (2019).
4. Jinsheng Yang, Ling Wei, Hongli Chen, Xuejun Rao, Changhui Rao, *Optics Communications* **283** (6), 910 (2009).
5. J. R. Taylor, *An introduction to error analysis*, 2ed (University Science Books, California, 1982).
6. E. G. Steward, *Fourier Optics: An Introduction* (1989).