

## РАЗРАБОТКА МАЛОГАБАРИТНОГО ЭЛЕКТРОННОГО КОМПАСА ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ ДЛЯ РАБОТЫ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

К.Д. Стариков

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», Тула

Научный руководитель: к.т.н., доц. М.Г. Погорелов  
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», Тула

**Введение.** Электронные компасы, предназначенные для решения задачи определения параметров ориентации объектов в пространстве, и появившиеся благодаря развитию микроэлектроники и появлению *MEMS*-технологии (*Micro Electro Mechanical Systems*), в конце XX века успешно пришли на смену традиционным магнитным и гироскопическим компасам. Их отличительной особенностью является малые массогабаритные характеристики, простота конструкции, более низкая стоимость, наличие цифрового выхода.

**Анализ существующих решений и описание предлагаемого изделия.** Типовая структура электронного компаса зачастую представлена трехосевым блоком магниторезистивных датчиков, измеряющих проекции магнитного поля Земли на чувствительные оси датчиков; датчиками угла наклона, в качестве которых используются акселерометры (для неподвижных объектов) или комплексированные показания акселерометров и гироскопов (для подвижных объектов); микроконтроллер для обработки вычислительных алгоритмов, схемы усиления и АЦП [2].

Однако существующие на сегодняшний день датчики микромеханического исполнения обладают значительными погрешностями, что обуславливает относительно не высокую точность таких изделий [1]. Также важной характеристикой существующих образцов электронных компасов, как отечественного, так и зарубежного производства, является наличие методической погрешности, проявляющейся как изменение точности курсоуказания в зависимости от текущего местоположения объекта (от значения величины угла наклона вектора напряженности магнитного поля Земли ( $I$ )) и от пространственного положения по углам курса. Так, например, одно из наиболее известных предложений компании *Honeywel* в области готовых решений модуля электронного компаса (система *HMR3000* со стоимостью более 90 тысяч рублей) при углах  $I < 50^\circ$  определяет углы курса с точностью  $0,5^\circ$  (СКО), а при углах  $I < 75^\circ$  – уже с точностью  $1,5^\circ$  (СКО) [3]. При больших значениях угла  $I$  применение данной системы для курсоуказания не целесообразно в силу значительной погрешности (так, при  $I = 85^\circ$  точность составит порядка  $4,7^\circ$  (СКО)). Стоит отметить тот факт, что для большей части территории Российской Федерации характерны значения углов  $66^\circ < I < 84^\circ$  [4].

Проведем нехитрую оценку. Примем погрешность определения угла курса в  $4,5$  градуса и определим, насколько объект отклонится от траектории, если будет передвигаться прямолинейно с протяженностью  $100$  км. Погрешность составит более  $7\%$  от пройденного пути, а максимальный промах по координате – до  $7,8$  км. Подобная точность для решения большинства задач ориентации и управления движением является неудовлетворительной [2].

**Заключение.** Проведенные исследования существующих образцов электронных компасов на рынке готовых изделий и услуг, показали, что существующие системы при высокой стоимости не обеспечивают должной точности курсоуказания, а в области высоких широт теряют целесообразность их применения. Предлагаемый малогабаритный электронный компас при меньшей стоимости способен за счет проведения конструкторско-алгоритмических работ при идентичных датчиках повысить точность курсоуказания на территории Российской Федерации до  $5-6$  раз, что является конкурентоспособным предложением. Областью

применения предлагаемого электронного компаса является широкий круг как неподвижных, так и подвижных объектов. Он может применяться в составе автопилотов беспилотных летательных аппаратов, в составе пешеходных и автомобильных навигаторов, в инклинометрии при бурении горизонтальных скважин.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Матвеев В.В. Инерциальные навигационные системы: учеб. пособие. Тула: Изд-во ТулГУ, 2012. 199 с.
2. Распопов В.Я. Микросистемная техника. Тула: ГРИФ и К, 2010. – 248 с.
3. *HMC/HMR Series. MAGNETIC SENSOR PRODUCTS* [Электронный ресурс] / *Solid State Electronics Center*. Режим доступа: <http://www.ssec.honeywell>.
4. *Kenneth S.Rukstales, Jeffrey J.Love. The International Geomagnetic Reference Field, 2005* [Электронный ресурс] / *U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey*. 2007. Режим доступа: <http://www.ngdc.noaa.gov/seg/WMM>.