

УДК 629.7.054.07

Малогабаритный датчик магнитного курса для БПЛА

Пазычев Дмитрий Борисович

d.pazychev@integral-group.pro

SPIN-код: 9047-5552

ООО «Интеграл», Москва, Россия

Аннотация. В работе рассматривается компактный датчик магнитного курса «ЦДМК-микро», разработанный в компании ООО «Интеграл» [1]. Описаны конструктив датчика, алгоритм его работы, представлена процедура тарировки, а также приведены результаты испытаний датчика на легком БПЛА, дающие представление о его точности.

Ключевые слова: датчик магнитного курса, магнитометр, навигационная система, алгоритм навигации, БПЛА

Введение. Современные системы навигации, применяемые на беспилотных летательных аппаратах (БПЛА), имеют компактные размеры, малый вес и, в большинстве случаев, построены на базе недорогих и компактных микромеханических датчиков (МЭМС), что обуславливает их невысокую точность. В подобного рода системах расчет направления на истинный север практически невозможен, поскольку определение даже начального его значения методом гирокомпасирования [2] (расчет начального угла курса методом измерения проекций угловой скорости Земли на оси датчиков угловой скорости (ДУСов)) сопряжено с высокой погрешностью вследствие большой случайной инструментальной ошибки датчиков угловой скорости, превышающей само значение угловой скорости вращения Земли. Таким образом, в большинстве случаев, расчет азимутального канала навигационной системой сводится к определению путевого угла БПЛА и его коррекции от системы спутниковой навигации (СНС) в процессе движения. Данный способ, помимо всего прочего, еще и имеет ограничения на применение: коррекция азимутального канала системы навигации от путевого угла СНС возможен как минимум при условии постоянного и устойчивого приема сигнала СНС [3], что в специфике применения отдельных классов БПЛА выглядит затруднительным.

Методы и материалы; результаты. Для коррекции азимутального канала системы навигации в этом случае, возможно использовать датчик магнитного курса, указывающий направление на магнитный север Земли, отстоящий от истинного севера на угол магнитного склонения, которое, в свою очередь, может быть взято из табличных значения для данных координат места. Таким образом, использование недорогого и компактного цифрового датчика магнитного курса (ЦДМК) делает принципиально возможным определение направления на истинный север, даже с условием определения и использования при этом косвенно измеряемых величин. Для расчета магнитного курса объекта необходимо, прежде всего, знать направление горизонтальной составляющей

магнитного поля Земли, расположенной в плоскости горизонта и направленной на магнитный Север. Расчет данного положения ведется с использованием сигналов датчиков магнитного поля, входящих в состав ЦДМК, оси которых совпадают со строительными осями объекта. Для пересчета показаний датчиков магнитного поля в плоскость горизонта используются сигналы углов крена и тангажа, которые также рассчитываются в ЦДМК на основании сигналов ДУСов и акселерометров, входящих в состав прибора. Таким образом, алгоритм работы ЦДМК, по своей сути, представляет собой алгоритм бесплатформенной курсовертикали на базе алгоритма навигации [4] с использованием радиальной и курсовой коррекцией. Радиальная коррекция предназначена для коррекции расчета углов крена и тангажа, а курсовая коррекция предназначена для коррекции курса курсовертикали от показаний магнитного курса, при этом, ошибка расчета угла курса при горизонтальном полете, не превышает погрешности самого магнитного курса.

В работе приведены результаты натурных испытаний «ЦДМК-микро» на легком БПЛА, показывающие ошибку определения магнитного курса не более 2° , что является приемлемым значением для осуществления оперативного управления БПЛА.

Заключение. В работе рассмотрен ЦДМК, который имеет сверхкомпактные размеры и вес. ЦДМК может быть использован на борту большинства современных беспилотных летательных аппаратов самолетного типа, что обеспечит расчет азимутального канала системы навигации даже в условиях пропадания сигнала СНС на достаточно длительное время.

Список источников

- [1] ООО «Интеграл». URL: <https://www.integral-group.pro/> (дата обращения 11.11.2025).
- [2] Salychov O.S. *MEMS-based inertial navigation: Expectations and reality*. Moscow, BMSTU Press, 2012, 207 p.
- [3] Pazychev D.B., Sadekov R.N. Simulation of INS Errors of Various Accuracy Classes. *Proceedings of 27th Saint Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems (ICINS)*, St. Petersburg, Russia, 2020, pp. 1–3. <https://doi.org/10.23919/ICINS43215.2020.9133869>
- [4] Pazychev D.B., Bakulev K.S., Sadekov R.N. Low-Cost Navigation System for UAV. *Proceedings of 30th Saint Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems (ICINS)*, Saint Petersburg, Russian Federation, 2023, pp. 1–6. <https://doi.org/10.23919/ICINS51816.2023.10168469>