

Способ определения магнитной девиации

Полезная модель относится к навигационному приборостроению и может быть использована для измерения магнитной девиации и определения ее характеристик для последующего учета девиации.

Целью изобретения является уменьшение трудоемкости измерения девиации и повышение точности ее аналитического представления.

Известен способ учета магнитной девиации, состоящий в том, что измерения девиации проводят на множестве курсов, находят максимальные и минимальные значения вектора индукции по двум взаимно перпендикулярным осям объекта (продольной и поперечной). По этим данным находят коэффициенты коррекции масштаба измерений и смещения нуля измерений, которые затем используют для коррекции измеренных составляющих вектора индукции [1]. Недостатком способа является необходимость проведения большого числа предварительных измерений девиации, а также невозможность определения постоянной (круговой) девиации.

Наиболее близок способ, состоящий в том, что магнитную девиацию измеряют в 8 положениях объекта, поворачивая объект (самолет, корабль) на углы, кратные 45 градусам, в пределах полного оборота 360 градусов. Расчет коэффициентов девиации проводят по формулам

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{8}(\delta_0 + \delta_{45} + \dots + \delta_{315}), \\ B &= (\delta_{90} - \delta_{270})/2, \quad C = (\delta_0 - \delta_{180})/2, \\ D &= (\delta_{45} - \delta_{315} + \delta_{225} - \delta_{135})/4, \quad E = (\delta_0 - \delta_{90} + \delta_{180} - \delta_{270})/4. \end{aligned} \quad (1)$$

где A, B, C, D, E – коэффициенты девиации, δ_i ($i = 0, 45, 90, 135, 180, 225, 270, 315$) – измеренные значения девиации на курсах, соответствующих индексу [2,3].

Вычисленные коэффициенты используют для аналитических расчетов девиации на произвольных курсах по формуле

$$\delta = A + B\sin K + C\cos K + D\sin 2K + E\cos 2K + \dots, \quad (2)$$

где K – курс объекта.

Недостатком данного способа является значительная трудоемкость выставки объекта в указанные положения по курсу, а также недостаточная точность представления девиации с помощью приведенных формул.

В основу предлагаемого способа поставлена задача уменьшить трудоемкость измерения девиации и повысить точность ее аналитического описания за счет применения необходимых расчетных формул.

Предлагаемый способ предполагает измерения девиации в 6 положениях объекта, через 60 градусов. По результатам проведенных 6 измерений коэффициенты девиации вычисляются по формулам

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{1}{6}(\delta_0 + \delta_{60} + \delta_{120} + \delta_{180} + \delta_{240} + \delta_{300}). \\
 B &= \frac{1}{2\sqrt{3}}(\delta_{60} + \delta_{120} - \delta_{240} - \delta_{300}); \\
 C &= \frac{1}{3}(\delta_0 - \delta_{180}) + \frac{1}{6}(\delta_{60} - \delta_{120} - \delta_{240} + \delta_{300}); \\
 D &= \frac{1}{2\sqrt{3}}(\delta_{60} - \delta_{120} + \delta_{240} - \delta_{300}); \\
 E &= \frac{1}{3}(\delta_0 + \delta_{180}) - \frac{1}{6}(\delta_{60} + \delta_{120} + \delta_{240} + \delta_{300}).
 \end{aligned} \tag{3}$$

Эти формулы получены как коэффициенты ряда Фурье, каким является выражение (2).

Как показывает моделирование, использование этих формул обеспечивает более высокую точность. Это объясняется тем, что в формулах (1) коэффициенты В и С лишь частично соответствуют формулам коэффициентов ряда Фурье.

Ниже приведены отдельные примеры моделирования, иллюстрирующие преимущества предлагаемого способа.

На фиг.1. приведены графики заданной девиации (синий), вычисленной по существующей серийной методике (голубой), по предлагаемой методике с формулами (3) (красный). Заданная девиация содержит не только первую и вторую гармоники, но также и третьи гармоники, что соответствует реальности [2]:

$$\delta = A + B\sin K + C\cos K + D\sin 2K + E\cos 2K + F\sin 3K + G\cos 3K + \dots, \tag{2}$$

На фиг.1. приведены также значения среднеквадратических ошибок отклонений вычисленных кривых девиаций относительно заданной.

Литература:

1. Одинцов А.А., Мелешко В.В., Шаров С.А. Ориентация объектов в магнитном поле Земли. К.: Корнійчук, 2007. – 142с.
2. Акиндеев Ю. А. , Воробьев В. Г. , Карчевский А. А. и др., Аппаратура измерения курса и вертикали на воздушных судах гражданской авиации. Под ред. П.А.Иванова М.: Машиностроение, 1989.-344 с.:ил.
3. Кожухов В.П. Воронов В.В. Григорьев В.В. Магнитные компасы, Учебник для вузов морск. трансп. - М.: Транспорт, 1981.- 212 с.