

О СПОСОБЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ШИРОТНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ГИРОТЕОДОЛИТА

Широтный коэффициент гироскопа c обозначается формулой, приведенной в работе [1],

$$c = - \frac{\delta_{кр} \mu}{H \omega_3 \cos \varphi}, \quad (1)$$

где $\sigma_{кр}$ — удельный момент кручения, создаваемый системой подвеса; μ — цена деления шкалы автоколлиматора; H — кинетический момент ротора; ω_3 — скорость вращения Земли; φ — широта точки наблюдения.

В производственной практике широкое распределение получил табличный способ определения широтного коэффициента: по известному периоду свободных колебаний чувствительного элемента и широте места наблюдения величину c выбирают из специальных таблиц, рассчитанных по формуле

$$c = \frac{4\pi\mu i_z}{T_{св}^2 H \omega_3 \cos \varphi}, \quad (2)$$

где i_z — момент инерции чувствительного элемента относительно оси прецессии; $T_{св}$ — период свободных колебаний.

Известен [1] экспериментальный способ определения широтного коэффициента, заключающийся в том, что определяются периоды прецессионных колебаний чувствительного элемента без слежения за его движением и со слежением (T и $T_{кр}$). Рабочая формула, по которой таким способом определяется широтный коэффициент, имеет следующий вид:

$$c = \mu \left[1 - \left(\frac{T}{T_{кр}} \right)^2 \right]. \quad (3)$$

В этом случае определение широтного коэффициента у гироскопов, имеющих следящую систему, заключается в том, что при нахождении периода прецессионных колебаний без слежения за чувствительным элементом необходимо разарретировать его так, чтобы амплитуда колебаний не превышала 2° .

В противном случае необходимо вывинчивать ограничительные винты следящей системы, которые находятся внутри гироблока. Эта операция трудоемка и неблагоприятно влияет на качество работы прибора.

Средняя квадратическая погрешность определения данным способом широтного коэффициента составляет $\pm 0,2''$, погрешность табличного способа $\pm 0,5''$.

Таким образом, экспериментальный способ определения широтного коэффициента, обладая большей по сравнению с табличным способом точностью, не находит себе достаточного применения.

Более простым и не менее точным является способ, при котором производится определение гироскопического азимута какого-либо направления двумя пусками. В первом пуске значение нуля-пункта свободных колебаний устанавливают «минус» 25—30 делений шкалы автоколлиматора, во втором — «плюс» 25—30 делений. Гироскопический азимут ориентирного направления вычисляют по формуле, приведенной в работе [1],

$$a_{\text{гир}} = M - N_{\text{ср}} - cA_{\text{нп}}, \quad (4)$$

где $a_{\text{гир}}$ — гироскопический азимут направления; M — направление на местный предмет; $N_{\text{ср}}$ — положение динамического равновесия чувствительного элемента в пуске; $A_{\text{нп}}$ — нуль-пункт свободных колебаний.

Если измерять азимут направления в первом пуске с нуль-пунктом $A_{\text{нп}_1}$, а во втором пуске с нуль-пунктом $A_{\text{нп}_2}$, то получим два значения гироскопического азимута, которые должны быть равными:

$$a_{\text{гир}} = M_1 - N_{\text{ср}_1} - cA_{\text{нп}_1}; \quad (5)$$

$$a_{\text{гир}} = M_2 - N_{\text{ср}_2} - cA_{\text{нп}_2}. \quad (6)$$

Вычитая из формулы (5) уравнение (6) и делая необходимые преобразования, определяем

$$c = - \frac{M_1 M_2 + N_{\text{ср}_2} - N_{\text{ср}_1}}{A_{\text{нп}_2} - A_{\text{нп}_1}}. \quad (7)$$

Приняв $M_1 - M_2 = \Delta M_{1,2}$; $N_{\text{ср}_1} - N_{\text{ср}_2} = \Delta N_{\text{ср}_1,2}$; $A_{\text{нп}_1} - A_{\text{нп}_2} = \Delta A_{\text{нп}_1,2}$, получим

$$c = \frac{\Delta M_{1,2} - \Delta N_{\text{ср}_1,2}}{\Delta A_{\text{нп}_1,2}}. \quad (8)$$

Средняя квадратическая погрешность определения широтного коэффициента этим способом будет выражаться формулой

$$m_c = \sqrt{\frac{m_{\Delta M}^2}{\Delta^2 A_{\text{нп}}} + \left(\frac{\Delta M}{\Delta A_{\text{нп}}}\right)^2 m_{\Delta A_{\text{нп}}}^2 + \frac{m_{\Delta N_{\text{ср}}}^2}{\Delta^2 A_{\text{нп}}} + \left(\frac{\Delta N_{\text{ср}}}{\Delta A_{\text{нп}}}\right)^2 m_{\Delta A_{\text{нп}}}^2}, \quad (9)$$

где $m_{\Delta M}$ — средняя квадратическая погрешность измеренной разности направлений на местный предмет; $m_{\Delta A_{\text{нп}}}$ — средняя квадратическая погрешность измеренной разности нуль-пунктов свободных колебаний; $m_{\Delta N_{\text{ср}}}$ — средняя квадратическая погрешность измеренной разности положений динамического равновесия чувствительного элемента в пусках.

Третий член формулы (9) — величина, на порядок большая остальных членов при больших значениях $\Delta A_{\text{нп}}$ и при $m_{\Delta M} \ll m_{\Delta N_{\text{ср}}}$. Поэтому формулу (9) можно преобразовать

$$m_c \approx \frac{m_{\Delta N_{\text{ср}}}}{\Delta A_{\text{нп}}} . \quad (10)$$

Полагая, что $m_{\Delta N_{\text{ср}}} = m_a \sqrt{2}$, где m_a — средняя квадратическая погрешность измерения гироскопического азимута направления, среднюю квадратическую погрешность определения широтного коэффициента запишем в виде

$$m_c \approx \frac{m_a \sqrt{2}}{\Delta A_{\text{нп}}} . \quad (11)$$

Результаты определения широтного коэффициента гиротеодолита описанным способом приведены в таблице.

Табличное значение широтного коэффициента — 5,2".

Результаты определения широтного коэффициента гиротеодолита

Прием	c	δ_c	δ_c^2
1	-5,04"	-0,02"	0,0004
2	-4,90	+0,12	0,0144
3	-4,98	+0,04	0,0016
4	-5,16	-0,14	0,0196
5	-4,95	+0,07	0,0049
6	-5,00	+0,02	0,0004
7	-5,06	-0,04	0,0016
8	-5,08	-0,06	0,0036
9	-4,93	+0,09	0,0081
10	-5,12	-0,10	0,0100
Среднее Σ	-5,02		0,0646

$$m = \pm 0,09''$$

Таким образом, предлагаемый способ определения широтного коэффициента гиротеодолита по точности не уступает известному в настоящее время экспериментальному и является менее трудоемким.

Список литературы: 1. Воронков Н. Н., Ашимов Н. М. Гироскопическое ориентирование. М., Недра, 1973. 2. Торочков В. Ю. Гиротеодолиты. М., Недра, 1970.

Работа поступила 11 апреля 1978 года.
Рекомендована кафедрой геодезии Львовского политехнического института.