

ГИРОСКОПИЧЕСКОЕ ОРИЕНТИРОВАНИЕ И СОВРЕМЕННАЯ ГЕОДЕЗИЯ

В.И. Глейзер (ЗАО «Геодезические приборы», Санкт-Петербург)

В 1968 г. окончил Ленинградский электротехнический институт (Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет) по специальности «гироскопические приборы и устройства». После окончания института работал инженером в ЦНИИ «Аврора», с 1971 г. — во Всесоюзном НИИ горной геомеханики и маркшейдерского дела (ВНИМИ), занимая должности от старшего научного сотрудника до заведующего лабораторией и главного метролога. С 2001 г. работает в ЗАО «Геодезические приборы», в настоящее время — заместитель генерального директора. Преподает в Санкт-Петербургском государственном политехническом университете, профессор кафедры «Технология, организация и экономика строительства». Доктор технических наук.

Р.В. Молостов (ЗАО «Геодезические приборы», Санкт-Петербург)

В 1995 г. окончил топографический (фотограмметрический) факультет Санкт-Петербургского высшего военно-топографического командного училища им. генерала армии А.И. Антонова (в настоящее время — Военно-топографический институт им. А.И. Антонова Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского) по специальности «инженер-аэрофотогеодезист». После окончания училища служил в рядах ВС РФ. С 2008 г. работал в филиале ФГУП Центр эксплуатации объектов наземно-космической инфраструктуры «ЦЭНКИКОМ» (Байконур), с 2009 г. — в филиале ФГУП Центр эксплуатации объектов наземно-космической инфраструктуры Космический центр «Южный» (Байконур). С 2010 г. работает в ЗАО «Геодезические приборы», в настоящее время — старший инженер-консультант.

Среди прогрессивных решений, применяемых в геодезической и маркшейдерской практике, особое место занимает технология, основанная на методе гироскопического ориентирования. Свое название этот метод получил в XX веке, когда наблюдалось его активное развитие. Гироскопический метод ориентирования предназначен для измерения азимута направления при проведении геодезических и маркшейдерских работ, т. е. угла между направлением на север и направлением на заданную точку. Например, он используется при ориентировании в пространстве оси сооружения в метростроении и туннелестроении, для ориентирования сторон подземных сетей при их создании, развитии, контроле, пополнении и возобновлении при маркшейдерской съемке, а также для решения других специальных задач.

Технология, о которой идет речь, базируется на применении гироскопических приборов, получивших название — наземные гироскопы.

В настоящее время известны различные конструкции наземных гироскопов, разработанных и изготовленных как в нашей стране, так и за рубежом. Из отечественных приборов в России наиболее широко применяются маркшейдерские гироскопы МВТ2, МВТ2М, МВБ4, МВГ1, разработанные Всесоюзным научно-исследовательским институтом горной геомеханики и маркшейдерского дела (ВНИМИ) [1, 2], а из зарубежных — гироскопы Gi-B1, Gi-B2 и Gi-B21, созданные в 1960–1970-х гг. в Венгрии на предприятии MOM. Однако все эти приборы изготовлены в прошлом веке, морально устарели и во многих случаях физически изношены. Вместе с тем, остались производ-

ственные задачи, при решении которых гироскопическое оборудование весьма эффективно, а подчас его применение единственно возможно.

Нельзя не отметить, что бурное развитие решений, основанных на спутниковых системах глобальной навигации, значительно затормозило развитие гироскопической приборной базы. Отсутствие существенного продвижения в широком использовании гироскопических методов ориентирования в геодезии и маркшейдерии связано еще и с проблемами отечественной экономики, но, как показывает практика, потребность в современных гироскопических приборах есть. Именно поэтому в данной статье мы хотим остановиться на новой разработке фирмы Sokkia Topcon Co, Ltd. (Япония), которая была представлена в 2011 г. на выставке INTERGEO в г. Нюрнберге (Гер-



Рис. 1
Автоматическая система
для гироскопического
ориентирования на штативе

мания). В настоящее время проводятся работы по внедрению этого прибора в геодезическую практику на территории Российской Федерации.

Разработка корпорации Sokkia Торсон — одного из лидеров в области производства геодезических средств измерений, носит название «Автоматическая гиристанция GYRO X». Прибор представляет собой систему, включающую маятниковый торсионный гирикомпас и роботизированный тахеометр марки SRX. Гироскопическая часть (гириблок) системы выполнена в виде отдельного съемного самостоятельного модуля GYRO X, который с помощью фиксаторов принудительно крепится сверху на колонках электронного тахеометра. Тахеометр, в свою очередь, закрепляется на штативе (рис. 1). В целом гириблок выполнен по традиционной схеме — маятниковый чувствительный элемент (ЧЭ), включающий гирикомпас, подвешен в корпусе прибора на торсионе. Гириком-

пас имеет охватывающий экран противомангнитной защиты. Электропитание к гирикомпасу подводится от вторичного источника питания (инвертора) с помощью гибких проводов. Первичным источником электропитания гириблока является аккумуляторная батарея. Инвертор преобразует напряжение постоянного тока от аккумулятора (12 В) в трехфазное напряжение переменного тока (115/400 В/Гц).

В нижней части корпуса GYRO X расположена рукоятка арретирующего устройства, позволяющего выполнять запуск маятникового ЧЭ с минимальным возмущением. На корпусе гириблока расположен также окуляр автоколлимационного зрительного канала, обеспечивающего возможность визуального контроля движения ЧЭ гирикомпаса в процессе азимутальных колебаний (рис. 2). Гиристанция GYRO X и ее комплектующие размещаются в специальном кейсе, предотвращающем нарушения юстировки и повреждения при транспортировке прибора (рис. 3).



Рис. 2
Гиристанция GYRO X, установленная на тахеометре



Рис. 3
Гиристанция GYRO X и ее
комплектующие
в специальном кейсе

Остановимся на особенностях прибора. Гириблок снабжен фотоэлектронным датчиком азимутальных колебаний ЧЭ. Информация с датчика по интерфейсному кабелю непрерывно поступает на панель управления электронного тахеометра и автоматически обрабатывается встроенной специализированной программой тахеометра «Гиристанция». Следящая система роботизированного тахеометра, на котором закреплена гиристанция GYRO X, обеспечивает разворот корпуса тахеометра в горизонтальной плоскости в процессе слежения за прецессионными колебаниями ЧЭ.

После окончания измерительного процесса главная оптическая ось зрительной трубы тахеометра автоматически ориентируется на север, и соответствующий этому направлению отсчет передается на горизонтальный круг тахеометра. Далее ЧЭ гириблока арретируется, и с помощью тахеометра измеряются горизонтальные углы на заданные (или выносимые) точки местности относительно направления на север.

Обработка результатов слежения за прецессионными колебаниями маятникового ЧЭ осуществляется с помощью программы тахеометра «Гиристанция». В ней реализованы известные алгоритмы определения положения равновесия колебаний.

Основные технические характеристики гиростанции GYRO X

Средняя квадратическая погрешность единичного определения гироскопического азимута, "	±15
Время разгона ротора гиromотора, с	60
Период прецессионных колебаний на широте 60°, мин	6
Рабочая температура, °C	От -10 до +40
Пределы работы по широте, °	±75
Масса гироблока, кг	4
Габариты, мм	145x186x416

1. По точкам реверсии. В этом случае истинное направление на север N определяется по формулам, приведенным на рис. 4, где a_1, a_2, \dots, a_n — точки реверсии, а R — регулирующая константа.

2. По временным интервалам (рис. 5), причем $\theta = -(KDt + R)$, где K — постоянная инструмента;

$D = (DR + DL)/2$ — среднее число правых и левых значений амплитуды;

$Dt = TR - TL$ — разница во времени между последовательными пересечениями нулевого деления.

При выполнении работ с помощью гиростанции GYRO X рекомендуется:

— на этапе предварительного ориентирования использовать метод «точек реверсий» (следающая система тахеометра включена, корпус тахеометра в процессе слежения вращается);

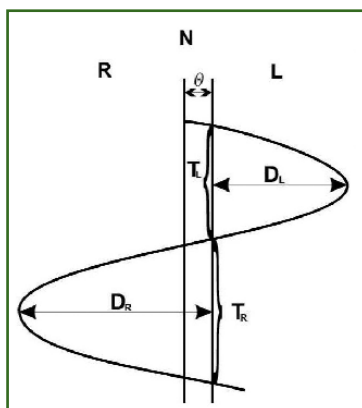


Рис. 5
Определение положения равновесия колебаний по временным интервалам

— для уточнения результатов применять метод временных интервалов (корпус тахеометра неподвижен).

Следует добавить, что в гиростанции предусмотрена и автоматизированная процедура определения конструктивных постоянных, учитывающих влияние упругих сил сопротивления кручения торсионного подвеса и несовпадение оптических осей визирных каналов гироблока и тахеометра.

Основные технические характеристики гиростанции GYRO X приведены в таблице.

В зависимости от требований заказчика гироблок GYRO X может быть установлен на следующие роботизированные тахеометры производства корпорации Sokkia Topcon: SRX1 (погрешность измерения горизонтального угла 1"), SRX2 (2") и SRX3 (3"). Комплектация гироблока GYRO X предусматривает все необходимое для работы прибора, в том числе, магнитную bussоль для решения задачи предварительного ориентирования прибора.

Гиростанция GYRO X представляет собой новое поколение приборов, выпускаемых фирмой Sokkia Topcon. В настоящее время ЗАО «Геостройизыскания» и ЗАО «Геодезические приборы» проводят большой объем работ по подготовке гиростанции GYRO X к сертификационным испытаниям в России. Предполагается, что результаты этих испытаний будут способствовать дальнейшему развитию

$$N = \frac{a_1 + a_2}{2} + R \text{ (при числе точек реверсии равном 2) или}$$

$$N = \left(\frac{a_1 + a_3}{2} + \frac{a_1 + a_1}{2} + a_3 + \dots + \frac{a_{(n-2)} + a_n + a_{(n-1)}}{2} \right) \frac{1}{n-2} + R$$

(при числе точек реверсии равном 3 и более)

Рис. 4
Определение положения равновесия колебаний по точкам реверсии

технологии гироскопического ориентирования в отечественной геодезической практике.

▼ Список литературы

1. Глейзер В.И. О вкладе ученых Санкт-Петербурга в создание и развитие технологии гироскопического ориентирования // Геопрофи. — 2008. — № 2. — С. 4–8.
2. Макаров Г.В., Глейзер В.И. К 100-летию Б.И. Никифорова // Геопрофи. — 2008. — № 3. — С. 65–67.

RESUME

Brief information is given on the instruments for gyrocompassing. The GYRO X automated gyro station by the Sokkia-Topcon Corporation, Japan, is described in detail. At present documentation for the GYRO X station certification is being prepared for its practical application in geodetic works and underground survey over the territory of the Russian Federation.