

ботанного типа карт, апробирована в процессе составления экспериментальных образцов и рекомендуется как универсальный автоматизированный и стандартизированный вариант их изготовления.

Электронная версия карты является достаточно универсальной картографической информацией, позволяет в дальнейшем обновлять и переиздавать ее, многократно использовать для создания различной продукции, которую в зависимости от конъюнктуры рынка можно реализовать в виде дорожных атласов, маршрутных дорожных карт, туристских карт, планов городов при минимальных затратах времени и средств.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Божко А. Macromedia FreeHand 8. Искусство векторной графики. — М.: Нолидж, 1999. — 512 с.
2. Верещака Т. В. Топографические карты. Научные основы содержания. — М.: Наука/Интерпериодика, 2002. — 319 с.
3. Руководство по созданию атласов автомобильных дорог субъектов Российской Федерации. Серия: «Автодорожные атласы России». — М.: Роскартография, 2002. — 96 с.
4. Строительные нормы и правила. Автомобильные дороги/Госстрой России (СНиП 2.05.02-85). — М.: ФГУП ЦПИ, 2004, 54 с.
5. Экотуризм на пути в России: Принципы, рекомендации и зарубежный опыт. Сборник материалов. WWF России и Фонд развития экотуризма «Дерсу Узала». Тула: ИПП «Гриф и К», 2003.
6. Tourism in Europe / European commission: Eurostat-L6-XXIII, 1995.

*Поступила 24 ноября 2005 г.*

*Рекомендована кафедрой картографии МНИГАиК.*

Известия ВЗов  
"Геодезия и Аэрофотосъемка"  
МИИГАиК 2006

**ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ**

УДК 528.08

Московский государственный университет  
геодезии и картографии  
Докторант *Н.Х. Голыгин*  
Аспирант *С.В. Травкин*

**СТЕНД ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ  
УГЛОВЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ  
ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ**

Важной задачей при аттестации оптико-электронных геодезических приборов является аттестация вертикальных угловых измерительных систем. В измерительных растровых системах доминирующей составляющей суммарной погрешности является внутрищитовая погрешность интерполяции электрических сигналов. Кроме собственно измерения вертикальных углов современные электронные тахеометры через них вычисляют также и превышения.

В МИИГАиК разработан стенд для аттестации вертикальных угловых измерительных систем.

*1. Описание стенда*

Стенд (см. рисунок) представляет собой вертикально установленный на изолированном фундаменте швеллер *19*, на котором расположена станина *18* с подвижной кареткой *15*. На станине жестко закреплена оправа *6* растровой меры *5* (LID-300 (HEIDENHAIN)), длина меры 200 мм, дискретность отсчитывания 1 мкм. На каретке расположены считывающая головка *4* LID-300, нивелир Ni-007 (поз. 2), блок разрезного четырех площадочного фотодиода *1* и отражатель исследуемого тахеометра (на рисунке) не показан — жестко закреплен на уровне разрезного фотодиода на корпусе Ni-007 с противоположной стороны. Сигналы с разрезного фотодиода через аналого-цифровые пре-

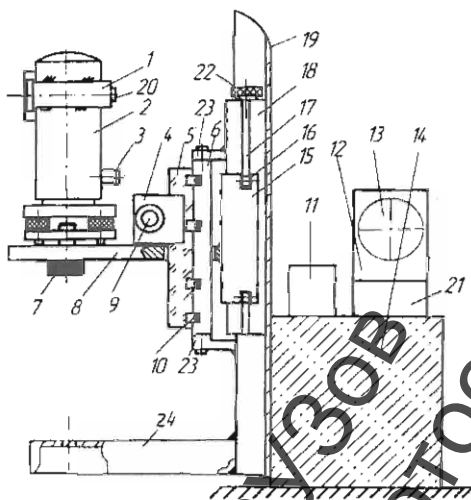


Рис. Схема стенда для исследования геодезических приборов: 1 — блок разрезного фотодиода; 2 — нивелир Ni-007; 3 — подставка сетки нитей нивелира; 4 — считывающая головка LID-300; 5 — стеклянная растровая мера; 6 — оправа; 7 — становой винт; 8 — плата; 9 — выходной разъем; 10 — упор крепления меры; 11 — блок питания; 12 — осциллограф; 13 — экран; 14 — изолированный фундамент; 15 — подвижная каретка; 16 — подшипник качения; 17 — направляющая; 18 — станина; 19 — нивелир L40-20; 20 — разъем предварительного усилителя разрезного фотодиода; 21 — электронный счетчик; 22 — головка микроподачи ходового винта; 23 — крестовина; 24 — кронштейн.

образователи (АЦП) (один канал используется при аттестации вертикальных измерительных систем, другой — при аттестации горизонтальных измерительных систем) и с электронного счетчика 21 LID-300 выводятся на ЭВМ. Растровая мера служит в качестве образцовой при измерении перемещений подвижной каретки, нивелир Ni-007 и разрезной фотодиод служат датчиками опорного направления при исследовании оптических приборов и приборов с лазерными указателями. Кроме того, при аттестации электронных нивелиров на подвижный столик может быть установлена метровая штрих кодовая инварная рейка, а для оптических нивелиров — метровая инварная рейка с 5-миллиметровыми делениями. Исследуемый геодезический прибор устанавливается на поворотном прецизионном столе, расположенном на изолированном фундаменте, расстояние между прибором и стендом — 10 м.

Стенд позволяет аттестовать геодезические приборы, измеряющие превышения и вертикальные углы, например оптические и электронные теодолиты и нивелиры, электронные тахеометры.

## 2. Методика измерений

1. Зрительная труба исследуемого прибора устанавливается в горизонтальное положение (отсчет по вертикальному кругу исследуемого прибора равен месту нуля (месту зенита)) и визируется по лазерному указателю на разрезной фотодиод (или на сетку нитей нивелира Ni-007).

2. Подвижная каретка  $15$  перемещается так, чтобы сигнал с блока  $1$  (вертикального канала) был равен нулю (или заданному значению). В этом положении обнуляется электронный счетчик  $21$  LID-300. При использовании нивелира Ni-007 его сетка нитей совмещается с сеткой нитей исследуемого прибора.

3. Подвижная каретка перемещается на известное заданное на электронном счетчике  $21$  превышение  $h_{\text{эт}}$ , выполняется визирующее зрительной трубы и производится отсчет  $h$  по цифровому табло исследуемого прибора (или заносится в память ЭВМ).

4. Погрешность измерения (аттестации) вычисляется по формуле

$$\Delta h = h - h_{\text{эт}}. \quad (1)$$

### 3. Обоснование точности метода измерений

Эталонное превышение вычисляется как

$$h_{\text{эт}} = \Delta h_{\text{эт}} \pm \Delta h_{\text{эт, обр}} = \Delta h_{\text{эт}} \pm \sqrt{\eta_{\text{аббе}}^2 + \eta_{\text{отсч}}^2 + \eta_t^2}, \quad (2)$$

где  $\Delta h_{\text{эт}}$  — разность отсчетов по электронному счетчику VRZ-735;  $\eta_{\text{отсч}} = 0,002$  мм — погрешность отсчитывания по образцовому преобразователю;  $\eta_{\text{аббе}} = 0,015$  мм — погрешность из-за отклонения от прямолинейности направляющих (несоблюдение принципа Аббе), выявлялась с помощью цилиндрического уровня с ценой деления  $20''$ ;  $\eta_t = 0,002$  мм — погрешность из-за отклонения температуры (при регулировании температуры в помещении компаратора с погрешностью  $\pm 0,5^\circ$ ).

Расчеты показывают, что случайная погрешность метода при измерении вертикальных углов при перемещении плиты  $\delta$  в пределах  $0^\circ \div 1^\circ$  не превышает  $\Delta_{\text{мет}} = 0,3''$ . Систематическая по-