

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Д. СЕРИКБАЕВА**

КАДЫЛБЕКОВ МЕИРЖАН КАЖЫМУКАНУЛЫ

**РАЗРАБОТКА МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ АТТЕСТАЦИИ
ЭЛЕКТРОННЫХ ТАХЕОМЕТРОВ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ**

Специальность – Геодезия и Картография

Автореферат магистерской диссертации

Усть-Каменогорск - 2010

Работа выполнена на кафедре «Геодезии, землеустройство и кадастра»
Восточно-Казахстанского Государственного Технического университета
УДК 528.425.2

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент
К.Б. Хасенов

Официальные оппоненты: Зам. директора ВК ДГП«ГосНПЦзем»
Д.Г. Сарманов

Защита диссертации состоится «25» июня 2010 г. на заседании
диссертационного совета при Восточно-Казахстанском Государственном
Техническом университете им. Д.Серикбаева по адресу, по адресу: 070004,
г.Усть-Каменогорск

Автореферат разослан «16» июня 2010 г.

Общая характеристика работы

Актуальность темы диссертации. Благодаря технологической революции в геодезическом приборостроении современная геодезия обеспечена новыми средствами измерительной техники. Определение координат точек с миллиметровой точностью с помощью электронных тахеометров стало распространенной задачей в практике геодезических и землеустроительных работ. Достижение такой точности зависит как от спутниковой аппаратуры пользователей, так и от методической составляющей, важной частью которой является метрологическая аттестация и поверка аппаратуры. Особенность метрологической аттестации приборов состоит в том, что аттестации подлежит как сам прибор так и программное обеспечение, используемое для обработки результатов наблюдений.

При этом развитие и совершенствование оптико-электронных приборов для измерения превышений, повышение их точности, надежности и степени автоматизации приводят к необходимости создания новых методов и средств контроля их метрологических характеристик. Это, в свою очередь, требует разработки новых технологий и средств их метрологической поверки, калибровки и сертификации. Этой **актуальной задаче** и посвящена данная диссертационная работа.

В настоящее время в геодезической метрологии следует выделить постановку задачи разработки и исследований новых методов и средств поверки и калибровки современных оптико-электронных и цифровых приборов для измерения превышений, реализованных в виде соответствующих поверочных стендов.

Основными требованиями к техническим и метрологическим характеристикам стендов для поверки и калибровки оптико-электронных (цифровых) геодезических приборов для измерения превышений являются:

- многофункциональность стендового оборудования;

- уменьшение времени поверки и калибровки геодезического прибора;
- автоматизация процесса измерений;
- использование альтернативных эталонных мер – кодовых и растровых датчиков, лазерных интерферометров, жезлов и концевых мер длины;
- увеличение точности считывания с кодовых, растровых инкрементальных датчиков угла или длины.

Следовательно, задачи создания универсального стендового оборудования для метрологических исследований современных оптико-электронных приборов для измерения средней квадратической ошибки являются на данный момент актуальными.

Цель магистерской диссертации является разработка метрологической аттестации геодезических приборов в полевых условиях.

Для достижения поставленной цели сформулированы и решены следующие **научные задачи**:

1. Проведен анализ существующих методов и средств исследования, поверки и калибровки приборов.
2. Разработаны методы и средства определения основных метрологических характеристик электронного тахеометра..
3. Разработана методика определение средне–квадратической ошибки взаимного положения пунктов геодезического обоснования с использованием электронного тахеометра.

Методика исследования. Выполненные в диссертационной работе исследования основаны на анализе опубликованных данных, выполнении теоретических и практических исследований и экспериментальной проверке достоверности этих результатов.

Научная новизна работы заключается в следующем:

В отличие от традиционных методов для определения средне-квадратической ошибки был использован методика в полевых исследовании,

в котором определялась точность координат с использованием электронного тахеометра.

Апробация работы. Результаты работы докладывались и обсуждались на научно-технических конференциях (ВКГТУ, 2008-2010 гг.)

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 2 печатных работ.

Объем и структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, двух глав, заключения и списка использованных источников информации, содержащего 43 наименования. Работа изложена на 60 страницах машинописного текста.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснованы актуальность темы и основные направления исследований; сформулирована цель работы и ее научная новизна.

Первая глава. В ней проведен аналитический обзор современных электронных тахеометров. Рассмотрена классификация электронных тахеометров. Проведен анализ методов и средств используемое для поверки электронных тахеометров в лабораторных условиях.

Электронные тахеометры как все геодезические приборы подлежат метрологической поверке. При проведении поверок электронных тахеометров определяют следующие метрологические характеристики:

- определение цены деления уровней;
- определение диапазона работы компенсаторов;
- определение систематической погрешности компенсатора во всем его диапазоне;
- определение отклонения оси лазерного центрира от вертикальной оси вращения тахеометра;
- определение допускаемой средней квадратической ошибки измерения расстояний;

– определение допускаемой средней квадратической ошибки измерения горизонтальных и вертикальных углов.

Метрологическая экспертиза нормативно-технической документации, главной задачей которой является установление правильности нормирования метрологических характеристик средств измерений, рассматривает следующие вопросы:

- оценка соответствия выбранных метрологических характеристик (МХ) особенностям конструкции и специфике применения средств измерений;
- оценка полноты нормируемых МХ;
- проверка формы выражения МХ и представления результатов измерений;
- установление возможности определения МХ с надлежащей достоверностью рекомендуемыми методами и средствами контроля;
- необходимость выделения МХ для нормальных условий эксплуатации и установления функций влияния или допустимых отклонений МХ.

Следует отметить, что с появлением кодовых лимбов и штрих-кодовых реек большую роль играет погрешность считывания с мер. Погрешность считывания зависит в основном из двух видов погрешностей: погрешностей нанесения делений на меру и погрешностей интерполяции электрического сигнала. Эти погрешности, в свою очередь, носят длиннопериодический (накопленный) и короткопериодический характер. Для исследования короткопериодической погрешности не разработано методик и средств поверки и калибровки.

Вторая глава. Во второй главе рассмотрены методы метрологической аттестации электронных тахеометров. Разработанные методы проведения исследований метрологических установок и стендов для поверки и калибровки электронного тахеометра.

Метод полевых исследования электронных тахеометров. Важной задачей при исследовании оптико-электронных геодезических приборов является испытание систем, измеряющих вертикальные углы. В измерительных растровых системах доминирующей составляющей суммарной погрешности является короткопериодическая (внутришаговая) погрешность. Для исследования короткопериодической погрешности предлагается способ косвенного измерения определения эталонного значения вертикального угла. При известных значениях превышения h и измеренном горизонтальном проложении D вычисляется угол ν , равный: $\nu = \text{arctg } h / D$,

$$\sigma_{\nu} = \sqrt{\frac{\sigma_h^2 * \rho^2}{(1 + \frac{h^2}{S^2})^2 * S^2} + \frac{\sigma_S^2 * \rho^2 * h^2}{(1 + \frac{h^2}{S^2})^2 * S^4}},$$

очевидно: что при $D = 10$ м и $h < 100$ мм обеспечивает погрешность измерений с $\sigma_h = 0,003$ мм и $\sigma_D = 3$ мм, получаем $\sigma_{\nu} < 0,6''$, что вполне приемлемо для высокоточных угломерных приборов (УП). Эталонное превышение h следует устанавливать, руководствуясь длиной растрового преобразователя, целесообразней проходить с некоторым шагом. Для задания такого эталонного превышения используется растровый измерительный преобразователь линейного вида, погрешность которого не превышает 0,003 мм. Горизонтальное проложение D от исследуемого прибора до визирной цели может быть измерено светодальномером. Погрешность определения вертикального угла соизмерима с погрешностью визирования на цель. Чтобы ослабить влияние погрешности визирования, на разработанном стенде может быть использован разрезной фотодиод для фиксации референтного направления, наведение на ось симметрии диода может производиться полупроводниковым лазером. Лазерный излучатель при этом устанавливается на трубу исследуемого прибора в непосредственной близости от визирной оси. Схема метода представлена на

Метод позволяет определить короткопериодическую (внутришаговую) погрешность измерения вертикального угла. Так же по результатам исследования может быть выявлена калибровочная характеристика.

В практике разбивочных работ координаты элементов конструкции могут выноситься и выносятся в натуру при любом дирекционном угле. В результате таких работ при различных значениях дирекционных углов координаты X и Y будут определяться неравноточно. При применяемых разбивочных схемах важно правильно выбрать начальное исходное направление, при котором ошибки по оси X и Y будут равноточны. Если выполняются определение координат вдоль заданного створа, то для исключения неравноточности определения координат по X и Y исходный дирекционный угол необходимо задавать под углом 45^0 , в условной системе координат. Следует так же учесть, что выполняемый геодезистами контроль точности определения координат на строительной площадке путем сравнения значений длин линий полученных теоретически и практически должен применяться с некоторой осторожностью, так как ошибки в расстояниях будут в пределах нескольких миллиметров, т.е расхождение в длинах линий не всегда является определяющей характеристикой точности определения координат.

В этой главе представлены разработанные стенды для поверки и калибровки, входящие в разработанную при участии автора.

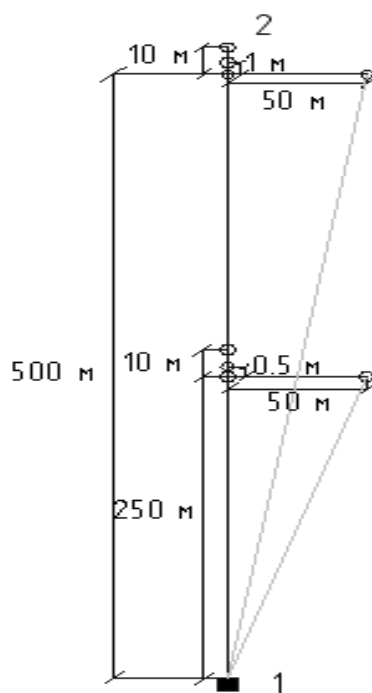
При проведении поверок электронных тахеометров, в частности электронные тахеометры серии Pentax R-325NX, определяют следующие метрологические характеристики:

- определение цены деления уровней;
- определение диапазона работы компенсаторов;
- определение систематической погрешности компенсатора во всем его диапазоне;
- определение отклонения оси лазерного центрира от вертикальной оси вращения тахеометра;
- определение допускаемой средней квадратической ошибки измерения расстояний;
- определение допускаемой средней квадратической ошибки измерения горизонтальных и вертикальных углов.

Во многих источниках литературы для геодезических приборов (особенно для приборов работающих в системе координат) одной из характеристик, имеющих немаловажное значение отмечают среднюю квадратическую погрешность определения взаимного положения пунктов.

Для поверки электронного тахеометра был разработан полевой компаратор в виде линейного базиса с длинами сторон 250 и 500 м, закрепленных на местности металлическими штырями. В створе данных линий закреплены базисы с длинами 1 м и 10 м, длины которых измерены компарированной рулеткой с высокой точностью. Перпендикулярно створу закреплен базис длиной 50 м. Все точки на местности закреплены штырями (рисунок 4.1).

Для определения ошибки взаимного положения точек производят измерения в прямоугольной системе координат, при этом тахеометр выдает среднее арифметическое значение из 5 отсчетов на точку наблюдения. Поверка выполняется следующим образом: наблюдатель и реэчик производят измерения коротких базисов длиной 0,5 (или 1), 10 и 50 метров. Для этого сначала задают координаты точки стояния тахеометра и начальное направление.



1 - бетонная площадка, 2 - пилоны

Рисунок 1 - Поверочная схема электронных тахеометров

Оценку точности положения геодезического пункта обычно выполняют по формуле:

$$m = \sqrt{m_x^2 + m_y^2} \quad (1.1)$$

где m_x , m_y - средние квадратические ошибки координат X, Y, полученные по результатам вычислений.

Оценка эта проста [] характеризует фактическую точность определения положения пункта.

СКП определения взаимного положения пунктов вычисляется по формуле:

$$m_{x,y} = \frac{m_s}{\sqrt{2}}, \quad (1.2)$$

где m_s - СКП определения расстояния, рассчитанное по формуле Бесселя.

ВЫВОДЫ

1. Разработан метод поверки электронного тахеометра для измерения в полевых условиях, позволяющие повысить точность измерений.
2. Разработанные методы и средства поверки и калибровки электронного тахеометра позволяют:
 - исследовать короткопериодическую погрешность измерения вертикального угла геодезических приборов – теодолитов, тахеометров;
 - исследовать инструментальную средне - квадратическую погрешность;

3. На разработанных стендах проведены соответствующие исследования электронного тахеометра, которые показали работоспособность, надежность и достаточную точность.

4. Величины ошибок зависят от значения дирекционного угла, что в свою очередь зависит от изменения табличных значений синусов и косинусов.

\

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Метрологическая аттестация электронных геодезических приборов –
//Изв. вузов.2010- №5.

Точность определения координат с использованием электронного тахеометра//Изв. вузов. 2010

АННОТАЦИЯ

Актуальность темы исследования заключается в том, что наряду со стандартизацией и сертификацией одним из необходимых условий улучшения качества продукции является развитие метрологического обеспечения выпуска продукции, совершенствование методов и средств контроля качества. Метрология - наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности. В переводе с греческого «метрология» означает учение о мерах.

Благодаря технологической революции в геодезическом приборостроении современная геодезия обеспечена новыми средствами измерительной техники. При этом развитие и совершенствование оптико-электронных приборов для измерения превышений, повышение их точности, надежности и степени автоматизации приводят к необходимости создания новых методов и средств контроля их метрологических характеристик. Это, в свою очередь, требует разработки новых технологий и средств их метрологической аттестаций, поверки, калибровки и сертификации. Этой актуальной задаче и посвящена данная диссертационная работа.

АННОТАЦИЯ

Бұл зерттеу тақырыбының өзектілігі; стандартизация және сертификациямен қатар сапа өнімінің жақсарту шарттарының ең қажеттісі метрологиялық қамтамасыздандырудағы өнім шығарудың дамуы, әдістер мен құралдарды бақылау сапапсын қамтамасыздандырудың дамуы болып табылады. Метрология - өлшеу, тәсілдер мен құралдар, оларды біріктіру мен дәлдікті қажет етудің жетістік әдістерін қамтамасыз ету туралы ғылым. Грек тілінен аударғанда «метрология» өлшеу туралы үйренуді көрсетеді.

Технологиялық революция арқылы геодезиялық құралқұру өндірісінде жаңа геодезия өлшеу техниканың жаңа құралдармен қамтамасыз етілген. Сондықтан оптика-электрондық құралдардың дамуы және жетілдіруі өлшеулерді санағанда, олардың дәлдіктерінің артуы, автоматизацияландыруы бақылаудың жаңа әдістер мен құралдарды құрастыруды метрологиялық мінездемесіне қажеттілік етеді. Бұл өз кезегінде метрологиялық аттестациясының жаңа технология мен құралдары құрастыруды қажет етеді. Бұл өзекті мәселе берілген диссертациялық жұмысқа арналған.

ANNOTATION

The importance of this research is in the developing of metrological production, in the improvement of methods and quality control resources development. The metrology is the science of measure, the methods and resources unity and ways of exactness. The greek word “the metrology” means the science of measure.

Thanks to the technological revolution in the geodesy apparatuses construction modern geodesy has got many new measure resources. The development and improvement of optical – electronically measure apparatuses and their automatically degrees need new methods and resources of their metrological control. All this needs the using of new technologies – that is the important aim of this scientific work.

Deviation of coordinates value from actual value depending on initial directional angles and their importance for staking of building sites have been considered in the article. According to the results of their studies the instrument and the reflector constant may differ by several millimeters from that given in the instrument certificate and must be taken into account for precise measurements.