Экз.№ 1

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Староверова Сергея Вячеславовича, выполненную на тему «Разработка компактных средств геодезической метрологии для оперативной поверки и исследований нивелиров и тахеометров» и представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.32 – Геодезия

Средства измерений, применяемые в геодезии (СИГ), широко применяются при проведении инженерно-геодезических, землеустроительных, горно-маркшейдерских работ, для производства тахеометрической съемки и геодезического обеспечения строительства.

Диссертация Староверова Сергея Вячеславовича посвящена вопросам разработки и исследований компактных поверочных установок, стендов, компараторов на основе современного состояния оптики и цифровых технологий, позволяющих оперативно проводить юстировку и поверку СИГ.

Актуальность данной темы обусловлена широкой номенклатурой и большим количеством СИГ, которые применяются для определения плоских прямоугольных координат, высот точек местности и дирекционных углов. В настоящее время наблюдается тенденция по увеличению количества типажа, применяемых СИГ в Российской Федерации. Это ведёт к большой загрузке организаций, осуществляющих метрологическое обеспечение СИГ. Поэтому оперативное проведение поверочных работ, исследований характеристик и юстировок СИГ является важным и актуальным фактором обеспечения единства измерений.

Современное состояние эталонной базы по поверке СИГ требует повышения оперативности проведения поверки, исследований характеристик

СИГ, а также их юстировки при обнаружении отклонений от заданных технических и метрологических характеристик.

Данную научную задачу можно разрешить путём разработки методов и средств оперативной поверки СИГ.

В ходе диссертационных исследований автором **лично получены**, следующие **наиболее существенные новые научные результаты**:

1. Применён новый подход к разработке оперативных методов поверки СИГ, основанный на использовании коллиматоров, многоэлементных фотоэлектрических преобразователей типа ПЗС и КМОП-матриц, высокоточных СИГ и специального программного обеспечения (СПО).

2. Экспериментально доказана возможность использования ПЗС-матрицы в качестве образцовой двумерной шкалы и определения угловой и линейной дискретности одного пикселя на основе постоянства параллактического угла нитяного дальномера и расстояния между нитями эталонного СИГ при создании поверочных стендов.

3. Разработан стенд поверки нивелиров (СПН), обеспечивающий оперативность исследований метрологических характеристик оптических и цифровых нивелиров.

5. Разработана методика исследований электронных тахеометров на созданном автором многоколлиматорном угломерном стенде (МКС), которая позволяет определить остаточное влияние эксцентриситета алидады горизонтального круга электронных тахеометров и повысить точность угловых измерений путем введения поправок в направления.

Научная новизна полученных результатов, заключается в следующем:

- доказано, что использование свойств оптических дальномеров, коллиматоров, многоэлементных фотоэлектрических преобразователей типа ПЗС и КМОП-матриц, высокоточных СИГ в качестве эталона и СПО

позволяет создавать оперативные методы поверки СИГ и поверочные установки;

- доказано, что принятое за эталонное значение постоянства параллактического угла $\varphi = 2062{,}65''$ и расстояния между нитями $l = 2{,}0$ мм нитяных дальномеров позволяет определять угловую и линейную дискретность одного пикселя ПЗС-матриц и, следовательно, при создании поверочных стендов подбирать их оптимальную разрешающую способность в мегапикселях (Мп);

- получены результаты исследований на СПН углового и линейного размеров пикселя использованного 8-мегапиксельного ПЗС-преобразователя, значение которых составило 0,996″ и 4,0 мкм соответственно, что позволяет использовать данную ПЗС-матрицу в качестве образцовой двумерной метрической шкалы;

- проведены исследования СКП измерений превышений с помощью цифровых нивелиров и электронных тахеометров на созданных компактных полевых компараторах, которые показали, что современные оптико-электронные средства для тригонометрического нивелирования практически не уступают по точности средствам геометрического нивелирования;

- на основе анализа и интерпретации результатов исследований электронных тахеометров на разработанном и изготовленном опытном образце многоколлиматорного угломерного стенда доказана целесообразность измерений величины углового элемента эксцентриситета алидады тахеометра по всему кругу, позволяющая повысить точность угловых измерений путем введения соответствующих поправок в измеренные направления.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается корректным применением разработанных методов и математического аппарата.

Достоверность основных научных результатов диссертации подтверждается аналитическими расчётами, сравнением паспортных характеристик СИГ с экспериментально полученными результатами

исследований, воспроизводимостью полученных результатов для различных моделей СИГ и результатами апробации при выполнении периодических поверок парка СИГ.

Теоретическая значимость заключается в обосновании целесообразности использования в средствах геодезической метрологии ПЗС-матриц, которые расширяют область их применения при проведении поверок, исследований и юстировок СИГ.

Практическая значимость работы заключается в совершенствовании процесса проведения поверочных работ СИГ. Предложенные технические и технологические решения соискателя позволяют создавать полностью автоматизированные компактные стенды для оперативной поверки и исследований СИГ.

Основные результаты исследования с достаточной полнотой **опубликованы** в 6 научных трудах. В рецензируемых научных изданиях, включенных в перечень ВАК опубликовано 2 научные статьи.

Диссертационная работа состоит из введения, 4 разделов и заключения. Краткое содержание глав диссертационной работы, основные выводы и результаты представлены в автореферате диссертации, содержание которого соответствует содержанию диссертации. На чужие материалы, использованные в диссертации, имеются ссылки.

Однако, наряду с вышеуказанными положительными сторонами диссертации, отмечается ряд недостатков:

1. Разработанная методика определения главного геометрического условия у поверяемого нивелира (угол i) на предложенном стенде СПН не учитывает угол между визирной осью зрительной трубы эталонного нивелира и плоскостью горизонта (угол i эталонного нивелира).

2. Стр. 65: *«Известно, что разрешающая способность ПЗС-матрицы составляет 0,5 пикселя или в угловой мере примерно 0,996"/2 ≈ 0,5". Это и обосновывает эффективность их применения в геодезической метрологии, как образцовой (эталонной) шкалы»*. Так как исследований ПЗС-матриц

автор не проводил, то необходимо было указать ссылки на источники, подтверждающие данную информацию.

3. Термины *«технологическая поверка»* (стр.5), *«метрологическая поверка»* (стр.5), *«методики поверочных работ»* (стр.5), *«надежность поверочных работ»* (стр.5), *«образцовое средство измерений», «размеров физических величин»* (стр.13), *«переходные эталоны»* (стр.17), *«систематическая ошибка»* (стр.66), *«инструментальная ошибка»* (стр.66), используемые автором в диссертации, отсутствуют в действующих законодательных и нормативных документах Российской Федерации (Федеральный Закон «Об обеспечении единства измерений») и рекомендациях РМГ 29-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения»).

4. Стр. 81: *«Разработанный стенд СПН позволяет проводить поверку…».* Поверка средств измерений на данном стенде возможна только после проведения его испытаний в целях утверждения типа в качестве рабочего эталона.

5. П. 4.1 (стр.77): *«В отличие от высокоточных теодолитов Т2 и Т1 ….».* Теодолит типа Т2 является точным.

6. Отсутствуют расшифровки величин $\Delta\beta$ (стр.14), m_β, m_v, m_s (стр. 36).

7. Не корректно выражение *«Цифровые нивелиры DiNI основаны в 1994.»* (стр.31).

8. Документ ПР 50.2.002-94 не является ГОСТом (стр. 103).

9. В диссертации имеются опечатки редакционного и стилистического характера.

Следует отметить, что отмеченные недостатки незначительно снижают научную и практическую ценность диссертационных исследований и не оказывают существенного влияния на основные результаты работы.

Выводы:

Содержание работы соответствует паспорту специальности 25.00.32 – «Геодезия».

Представленная соискателем Староверовым Сергеем Вячеславовичем **диссертация является научно-квалификационной работой**, выполненной на актуальную тему. Результаты работы в целом достоверны, выводы и заключения научно обоснованы. Опубликованные работы и автореферат отражают основное содержание диссертации.

В диссертации Староверова Сергея Вячеславовича изложены научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для метрологического обеспечения СИГ, что соответствует требованиям пункта 9 постановления Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения учёных степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор **достоин присуждения ему учёной степени кандидата технических наук**.

Официальный оппонент,
начальник отдела Федерального государственного бюджетного учреждения «Главный научный метрологический центр» Минобороны России,
кандидат технических наук (по специальности 20.02.16 – «Системы контроля и испытаний вооружения и военной техники, военная метрология»)

Плотников Александр Васильевич

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Главный научный метрологический центр» Минобороны России
Телефон: 8 (495) 583-99-23
Электронная почта: 32gnii@mil.ru
Почтовый адрес: 141006, Московская область, ул. Комарова, д.13.