

В. А. Скрипников^{1}, М. А. Скрипникова¹*

Современное состояние и перспективы развития нормативно-технической документации для выполнения инженерно-геодезических работ

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация,
*e-mail: v.a.skripnikov@ssga.ru

Аннотация. Рассматривается перечень актуализированных нормативных документов, необходимых при выполнении инженерно-геодезических работ. Выполнен анализ содержания нормативных документов, необходимых при выполнении геодезических работ при строительстве зданий и сооружений, и наблюдений за их деформациями. Приводятся выявленные логические ошибки при нормировании точности геодезических работ. Отмечается, что эти ошибки не устраняются при периодической актуализации документов. Приводятся возможные причины появляющихся ошибок и предлагаются пути их устранения. Предлагается методика по нормированию точности измерений при геодезических работах на строительных площадках и выполнении работ при определении деформаций инженерных сооружений. Приводятся результаты экспериментальных измерений точными и высокоточными электронными тахеометрами. Предлагаемая методика по определению точности измерений позволит, некоторых случаях, применять для высокоточных работ точные геодезические приборы.

Ключевые слова: свод правил, государственный стандарт, точность измерений тахеометр, ГНСС-приемник

V. A. Skripnikov^{1}, M. A. Skripnikova¹*

Current status and prospects for the development of regulatory and technical documentation for the performance of engineering and geodetic works

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russia Federation
*e-mail: v.a.skripnikov@ssga.ru

Abstract. The article considers the list of updated normative documents necessary for the performance of engineering and geodetic works. It analyses the content of normative documents necessary for the performance of geodetic works during the construction of buildings and structures and observations of their deformations. The identified logical errors in the rationing of the accuracy of geodetic work are given. It is noted that these errors are not eliminated during the periodic updating of documents. Possible causes of errors that appear are given and ways to eliminate them are suggested. A technique is proposed for standardizing the accuracy of measurements during geodetic work on construction sites and the performance of work in determining the deformations of engineering structures. The results of experimental measurements by precise and high-precision electronic total station are presented. The proposed method for determining the accuracy of measurements will allow, in some cases, to use accurate geodetic instruments for high-precision work.

Keywords: set of rules, state standard, measurement accuracy, total station, GNSS receiver

Введение

В настоящее время в геодезическом производстве имеются определенные проблемы с обеспечением современной и качественной нормативно-технической документацией для выполнения инженерно-геодезических работ. Такое положение является следствием понижения общего статуса геодезической службы в государстве, недостаточно активной работой научных подразделений ведомственных производственных организаций и другими объективными причинами. Все существовавшие ранее в СССР и России инструкции и Руководства по геодезическим работам в настоящее время отменены и замещаются актуализированными строительными правилами (СП) и государственными стандартами (ГОСТ).

Как показала практика, идея актуализации советских строительных норм и правил в области геодезических работ не вполне себя оправдала [1]. Например, последняя редакция [2], не смотря на заявление Минстроя России об учете замечаний по предыдущей актуализации СП, по-прежнему имеет логически непонятные цифровые значения в таблицах и в тексте [3]. Например, по-прежнему, в качестве критериев точности измерений линий в геодезической разбивочной основе (ГРО) присутствует симбиоз относительной погрешности и формулы для расчета точности дальномерных измерений. Предельная погрешность взаимного положения смежных пунктов ГРО в плане составляет от 20 до 100 мм, притом, что в настоящее время все работы по созданию ГРО для всех строящихся зданий и сооружений ведутся точными электронными тахеометрами и такого размаха технических характеристик в ГРО объективно не может быть [4]. Очень много в СП фрагментарных упоминаний по легализации современных средств и методик измерений.

Если рассматривать [5], введенный впервые, то в нем также присутствуют ошибки того же рода, что и в актуализированном СП. Например, присутствует утверждение о создании опорных геодезических сетей, в том числе, методами триангуляции и трилатерации. Также присутствует критерий предельной погрешности в относительной мере. Значение относительной погрешности в таблицах абсолютно не привязано к точности измерения линий современными тахеометрами, дальномерными насадками и ГНСС-приемниками для рекомендуемых в геодезических сетях длин линий.

При рассмотрении в актуализированном ГОСТ [6] требований по точности измерений расстояний и вертикальных углов, можно отметить, что значения допустимых погрешностей измерения углов не соотносятся с погрешностями измерений современных дальномеров, превышая их от 2 до 10 раз, и они приводятся в [6] без изменений с 1981 года.

Эксперименты

Анализ требований к точности построения ГРО, приведенных в нормативных документах, показал, что в их основе лежат классические способы построения геодезических сетей. Как правило, такие сети представляют собой многоступенчатые линейно-угловые построения в виде цепочек геометрических фигур или сочетания одиночных ходов.

Выполненные расчеты точности определения положения смежных пунктов на моделях полигонометрических ходов показали, что значения погрешностей взаимного положения смежных пунктов, при длине ходов более 1 км, могут превышать приведенные в СП допустимые значения погрешностей. При уменьшении числа сторон значения погрешностей в пределах допуска. Этот пример показывает, что к таблицам СП, в которых приведены технические характеристики, необходимо давать больше поясняющей информации.

При расчетах средних квадратических погрешностей (СКП) координат пунктов проектируемых геодезических построений используются значения СКП измерения углов и расстояний, приведенные в руководстве по эксплуатации прибора. Практика применения современных электронных тахеометров показала, что при нормальных условиях измерений и сравнительно небольших расстояниях, например, до 100 метров реальная точность измерений может быть значительно выше декларируемой изготовителями приборов [7–9]. Для ГНСС-приемников, при наблюдениях за деформациями сооружений этот вывод также может быть применим [10–14]. В табл. 1 приведен фрагмент лабораторных исследований точности измерения расстояний точным (TS02) и высокоточным (TCRP 1201) электронными тахеометрами.

Таблица 1

Результаты исследований точности измерения расстояний

Тахеометр TS02	Расстояние, м	Среднее расстояние, м	TCRP 1201 СКП измерения расстояний – 1 мм	Расстояние, м	Среднее расстояние, м
СКП измерения расстояний – 2 мм	80,7651	Д1=80,76504		81,1059	Д1=81,10592
	80,7652			81,1058	
	80,7650			81,1060	
	80,7649			81,1061	
	80,7650			81,1058	
	80,7752	Д2=80,77508		81,1162	Д2=81,1161
	80,7750	Д2-Д1=10,04 мм		81,1161	Д2-Д1=10,18 мм
	80,7750	Дсмещ.=10,0 мм		81,1160	Дсмещ.=10,0 мм
	80,7751			81,1161	Дсмещ.=10,0 мм
	80,7751			81,1161	Дсмещ.=10,0 мм
	80,7759	Д3=80,77606		81,1171	Д3=81,1171
	80,7762	Д3-Д2=0,98 мм		81,1170	Д3-Д2= 1,0 мм
	80,7650	Дсмещ.=1,0 мм		81,1170	Дсмещ.=1,0 мм
	80,7762			81,1172	Дсмещ.=1,0 мм
	80,7760			81,1172	Дсмещ.=1,0 мм

При смещении отражателя на 10 мм и 11 мм отклонение вычисленного приращения расстояния не превысило 0,2 мм при паспортной точности измерения расстояний 1 мм и 2 мм. Причем, точный тахеометр показал более стабильную работу дальномера, а его стоимость в несколько раз ниже высокоточного тахеометра. Как показал опыт, при монтаже технологического оборудования, на рас-

стояниях 10-15 метров точность может быть значительно выше указанных в характеристиках прибора [15–18]. В современных нормативных документах методика расчета точности по многократным измерениям для тахеометров и ГНСС-приемников, при веерообразном координировании, не прописана и применяется «нелегально», так как нормативные документы требуют для выполнения точных работ выполнять предварительный расчет точности результатов измерений по паспортным значениям погрешностей.

Обсуждение

Необходимо отметить положительные тенденции в направлении обеспечения современными нормативно-техническими документами. Периодичность появления актуализированных документов выдерживается. Содержание постепенно наполняется современными технологиями. Большинство недостатков, отмеченных в СП и ГОСТ, могут быть исправлены привлечением к написанию последующих редакций документов квалифицированных исполнителей, которых достаточно, например, на геодезических кафедрах в профильных университетах.

Выводы

В целом, современное состояние нормативно-технической документации по инженерно-геодезическим работам можно охарактеризовать как неудовлетворительное. Необходимо разрабатывать новые форматы документов без привязки к устаревшим технологиям геодезических измерений. Очень необходимы пособия к СП и ГОСТ, в которых более подробно будут освещены современные технологии измерений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **СП 3.01.03–84. Геодезические работы в строительстве** / Утв. постановлением Госстроя СССР от 4 февраля 1985 г. № 15. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, – 1985. – 28 с.
2. **СП 126.13330.2017. СНиП 3.01.03-84. Свод правил. Геодезические работы в строительстве** / Утв. и введён в действие приказом Минстроя России от 24 октября 2017 г. № 1469/пр. – М.: Минстрой России, – 2017. – 67 с.
3. *Никонов А.В.* Проблема актуализации СП 126.13330.2017 «Геодезические работы в строительстве» // Геодезия и картография. – 2019. – № 4 – С. 9-19. DOI: 10.22389/0016-7126-2019-946-4-9-19.
4. **СП 126.13330.2017. СНиП 3.01.03-84. Свод правил. Геодезические работы в строительстве** / Утв. и введён приказ Минстроя России от 14.12.2022 N 1059/пр. Об утверждении Изменения N 1 к СП 126.13330.2017. – М.: Минстрой России, – 2017. – 67 с.
5. Дороги автомобильные общего пользования. Сети геодезические для проектирования и строительства. Общие требования/ Утв. и введён в действие приказом Росстандарта от 10 марта 2022 г. № 124 ст. – М.: Российский институт стандартизации, – 2022. – 36 с.
6. ГОСТ24846-2019. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений/ Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 28 ноября 2019 г. N 124-П). – М.: Росстандарт, – 2020. – 13 с.
7. Бернд Хиллер, Ямбаев Х. К. Исследование автоматизированной системы деформационного мониторинга шлюзовых камер // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 2016. Вып. 3. С. 33–38.

8. Скрипников В. А., Скрипникова М. А. Создание высокоточных малых линейно-угловых сетей с применением электронных тахеометров //Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014:Х Международ. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 08–18 апр. 2014 г.). – Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 1. С. 87–91.
9. Могильный С. Г., Шоломицкий А. А. Модели технологий автоматизированных высокоточных геодезических измерений при монтаже и мониторинге промышленных установок // Геодезия, картография, геоинформатика и кадастры. От идеи до внедрения: сб. материалов междунар. научн.-практ. конф. (Санкт-Петербург, 11–13 нояб. 2015 г.). СПб.: Политехника, 2015. С. 55–57.
10. Уставич Г. А., Писарев В. С., Середович С. В., Скрипников В. А., Скрипникова М. А., Дударев В. И. Геодезическое обеспечение реконструкции гидроагрегатов // Вестник СГУГиТ– 2018. – Том 23, № 3. – С. 74-88.
11. Скрипников В. А., Скрипникова М. А., К вопросу модернизации плановой сети для определения деформаций плотин ГЭС /Скрипникова// Геодезия и картография – 2012 - №1 – С. 4-7.
12. Хиллер Бернд., Ямбаев Х.К. Разработка и натурные испытания автоматизированной системы деформационного мониторинга// Вестник СГУГиТ, вып. 1(33), 2016. - С. 48-61.
13. В. Г. Сальников, Скрипников В. А., Скрипникова М. А., Хлебникова Т. А. Применение современных автоматизированных геодезических приборов для мониторинга гидротехнических сооружений ГЭС// Вестник СГУГиТ– 2018. – Том 23, № 4. – С. 110-127.
14. Хиллер, Бернд, Сухов И.В.,Ли В.Т. Автоматизированная система деформационного мониторинга (АСДМ) на Саяно-Шушенской ГЭС // Гидротехника. – 2015. – N 2. - С. 12-15.
15. Kulikov D. V., Anikin Yu. A., Dvoinishnikov S. V., Meledin V. G. Laser technology for determining the geometry of a hydroelectric generator rotor under load // Power Technology and Engineering. Vol. 44, No. 5. January 2011. PP. 411–416.
16. Мигуренко В. Р., Петров В. В. Контроль геометрических характеристик элементов линии вала гидрогенератора Рогунской ГЭС с применением мобильных промышленно-геодезических систем // СГЭМ-70 лет в гидроэнергетике: научно-техн. сб. СПб.: Изд-во Политех. ун-та. 2012. С. 209–212.
17. Петров В. В, Мигуренко В. Р., Медяников В. О., Краев В.В. Применение лазерного трекера для контроля положения клиньев статора крупного гидрогенератора // СГЭМ-70 лет в гидроэнергетике: научно-техн. сб. СПб.: Изд-во Политех. ун-та. 2012. С. 213–219.
18. Скрипникова М.А. Возможности применения автоматизированных высокоточных электронных тахеометров при измерении деформаций инженерных сооружений //ГЕО-Сибирь-2010: сб. материалов VIМеждунар. науч. конгр. «ГЕО-Сибирь-2010», 19-29 апр. 2010 г. Новосибирск – Новосибирск: СГГА, 2010 – Т. 1, Ч. 1.– С. 131-134.

© В. А. Скрипников, М. А. Скрипникова, 2023