

Если из множества сгенерированных продолжительностей t_1, t_2, t_3 выбрать t_{\max} , то общая продолжительность работ составит 128 календарных единиц, если выбрать t_{\min} , то продолжительность работ составит 68 календарных единиц. При продолжительностях работ, равных $t_{\text{ож}}$, продолжительность работ составит 90 календарных единиц.

Как видим, при таком подходе отклонение от общей продолжительности выполнения работ при задании последней в дискретном виде составит от -22% до +10%.

В то же время в обоих методиках суммарная продолжительность не выходит за пределы исходных $0,5t - 1,5t$.

С целью окончательной оценки предложенных методик произведём расчёт общей продолжительности выполнения комплекса работ по методике А для примера, изложенного в [1].

Получим общую продолжительность, равную 29 календарным единицам (в [1] она составляет 29,45), что практически одно и то же.

Однако в [1] отклонение срока реализации проекта составляет 18%, а в нашем примере 5%. Но такое расхождение можно объяснить произвольностью принятых данных и особенностями топологии сетевых моделей.

В целом методика А может быть уверенно рекомендована для расчёта календарных планов как в учебных целях, так и на практике, что позволит учитывать влияние на продолжительность работ многочисленных дестабилизирующих факторов посредством использования вероятностных оценок последних и тем самым повысить «авторитет» календарного планирования.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Калугин, Ю.Б. Расчёт календарных планов работ с вероятностными временными параметрами / Ю.Б. Калугин // Изв. вузов: Строительство – 2011. – №10. – С. 51–58.

УДК 528.48

Кузьмин А.В., Волкович В.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Зуева Л.Ф.

СРАВНЕНИЕ ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОПТИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОННОГО ТЕОДОЛИТОВ ОДНОГО КЛАССА ТОЧНОСТИ

Целью настоящей исследовательской работы являлся сравнительный анализ точности и производительности оптического теодолита 2Т5К (Россия) и электронного теодолита Атлас КТ-05 (Китай) на основе измерения горизонтальных углов способом круговых приемов.

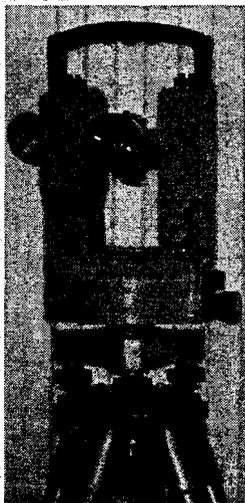
На данный момент в арсенале геодезистов существует масса различных измерительных инструментов и приборов, одним из которых является теодолит. Переоценить его роль при замерах невозможно, можно даже смело утверждать, что без этого прибора произвести достаточно правильные измерения и расчеты просто невозможно.

Теодолит является одним из самых распространенных геодезических инструментов, применяемых для самых различных видов работ. Этот измерительный прибор предназначен для измерения и построения на местности горизонтальных и вертикальных углов в геодезии, строительстве, картографии, землеустройстве.

Несмотря на то, что сегодня широкое распространение получили усовершенствованные высокотехнологические разновидности теодолита – электронные теодолиты и та-

хеометры, традиционный оптический теодолит продолжает пользоваться колоссальным спросом.

Оптический теодолит – надежный прибор, проверенный временем. Главное преимущество оптического теодолита перед своими высокотехнологическими электронными собратьями – простота конструкции и независимость от элементов питания. Разумеется, цена оптического теодолита значительно ниже электронных аналогов, что также объясняет его популярность среди геодезистов, ведь зачастую от прибора требуется выполнение его изначальной функции – исключительно измерения направлений и вычислений углов.



Технические характеристики:

- увеличение зрительной трубы – 30 крат
- минимальное расстояние фокусирования – 0,9 м
- с.к.п. измерения горизонтального угла одним приемом – 5"
- минимальная цена деления шкалы микрометра – 1"
- диапазон работы компенсатора – $\pm 4'$
- диапазон рабочих температур – от -40°C до $+50^{\circ}\text{C}$
- вес (с трегером) – 4,7 кг
- страна-производитель – РФ, УОМЗ
- цена $\approx 500\$$

Дополнительные аксессуары для теодолитов УОМЗ.

Теодолиты оснащены нитяным дальномером для измерения расстояний. При помощи буссоли можно на местности определить азимут, а горизонтальный луч предназначен для геометрического нивелирования. Для отдельных моделей теодолитов доступна установка специальных светодальномеров и специальных оптических насадок. Использование микрометрических насадок и съемных окуляров позволяет повысить точность и качество измерений.

Рисунок 1 – Внешний вид оптического теодолита 2Т5К и его характеристики

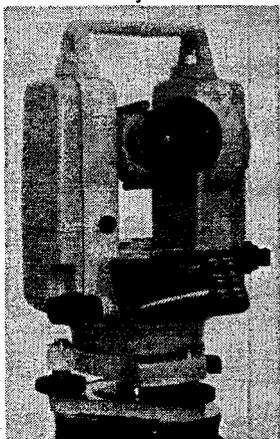
Благодаря отсутствию в своей конструкции электронных элементов, оптические теодолиты могут работать в таких условиях, где применение электронных теодолитов и тахеометров не представляется возможным. Эти приборы успешно эксплуатируются в условиях экстремально низких температур и даже сильного радиационного заражения местности, что немаловажно в свете последних событий. Именно оптические теодолиты пришли на помощь во время ликвидации последствий аварии на АЭС Фукусима в Японии, несмотря на то, что эта страна является признанным лидером в производстве электронных приборов.

Электронный теодолит – разновидность теодолита, оснащенного электронным устройством для вычисления и запоминания результатов измерений, выполненных непосредственно на местности. Электронный теодолит, работающий по принципу «углокод», позволяет во время наблюдений получать результаты измерений на цифровом дисплее. Данный геодезический прибор позволяет автоматизировать процесс угловых измерений.

Основное преимущество электронных приборов, в отличие от оптических, – это простота работы и наглядность. Данные геодезические приборы не требуют визуального снятия отсчетов. Чтобы получить значения углов, достаточно просто навестись на цель, и на дисплее отобразятся результаты. Таким образом, исключаются ошибки при снятии

отсчетов, и, следовательно, повышается эффективность производства и качество работ. Все эти приборы имеют цилиндрический уровень, который используется для приведения прибора в рабочее положение. Кроме того, большинство приборов снабжено датчиком угла наклона, который автоматически компенсирует наклон вертикальной оси.

Мини-компьютер, которым они оснащены, автоматически и более точно производит все необходимые расчеты, которые можно по необходимости задавать. Оператору не приходится снимать показания вручную, записывать в журнал и производить вычисления по формулам (что нередко приводит к появлению ошибок). К тому же данные автоматически могут быть занесены в карту памяти прибора.



Технические характеристики:

- увеличение зрительной трубы – 30 крат
- минимальное расстояние фокусирования – 1,4 м
- с.к.п. измерения горизонтального угла одним приемом – 5"
- диапазон работы компенсатора – $\pm 3'$
- двухсторонний дисплей
- время непрерывной работы – 8 часов
- диапазон рабочих температур – от -20°C до $+45^{\circ}\text{C}$
- вес – 5,2 кг
- страна-производитель – КНР
- цена $\approx 1200\$$

Прибор позволяет производить измерения даже в недостаточно освещенных местах или во время сумерек, так как многие модели этих приборов дополнительно укомплектованы подсветкой.

Рисунок 2 – Внешний вид электронного теодолита Атлас КТ-05 и его характеристики

Сравнение точности и производительности приборов одного класса точности 2Т5К (Россия) и АТЛАС КТ-05 (Китай) было построено на измерении горизонтальных углов способом круговых приемов в лабораторных условиях (для исключения влияния внешних условий).

Способ круговых приемов был предложен в 1816 г. В.Я. Струве и получил широкое применение. В СНГ его используют в государственных геодезических сетях 2-4-го классов и сетях более низкой точности, при создании разбивочных сетей, при наблюдении за деформациями зданий (для определения горизонтальных смещений), при дистанционном обмере высотных зданий со сложными архитектурными формами и т.п.

В способе круговых приемов при неподвижном лимбе алидаду вращают по ходу часовой стрелки и центр сетки нитей трубы последовательно наводят на первый (установив отсчет близкий к 0°), второй, третий и т.д., на последний и снова на первый (замыкание горизонта) наблюдаемые пункты, каждый раз отсчитывая по горизонтальному кругу, вращая прибор по ходу часовой стрелки. В этом состоит первый полуприем (КП). Затем трубу переводят через зенит (КП) и, вращая алидаду против часовой стрелки, наводят зрительную трубу на те же пункты, но в обратной последовательности: на первый, последний, предпоследний и т.д. – второй, первый.

Достоинства способа: простота программы измерений на станции; значительное ослабление систематических погрешностей делений лимба; высокая эффективность при хорошей видимости по всем направлениям.

В программу измерений при проведении исследований было взято четыре направления, измерение направлений производилось по одинаковой методике, для сравнения производительности приборов велся хронометраж времени.

Таблица 1 – Пример измерения горизонтальных направлений по методике круговых приемов электронным теодолитом Атлас КТ-05

Вершина угла	№ точек визирования	Положение верт. круга	Отсчеты по горизонтальному кругу		2с	Направления	
			полученный	средний			
<i>Первый приём</i>							
О	9	КП	0°00'00"				
		КП	180°00'15"	0°00'07,5"	-15"	0°00'00"	
	10	КП	29°50'43"	+0,8"			
		КП	209°50'49"	29°50'46"	-6"	29°50'39,3"	
	4	КП	157°31'15"	+1,7"			
		КП	337°31'18"	157°31'16,5"	-3"	157°31'10,8"	
	6	КП	173°17'15"	+2,5"			
		КП	353°17'32"	157°31'23,5"	-17"	157°31'18,5"	
	9	КП	359°59'58"	+3,5"			
		КП	180°00'10"	0°00'04"	-12"	0°00'00"	
	Замыкание горизонта			$\Delta_{лев} = -2"$	$\Delta_{пр} = -5"$	$\Delta_{ср} = -3,5"$	

Затем выполнили обработку результатов измерений и составили сводки направлений для оценки точности результатов измерений.

Таблица 2 – Сводка направлений (теодолит 2Т5К)

Исходное направление 9	Направление 10	Отклонение от среднего	Направление 4	Отклонение от среднего	Направление 6	Отклонение от среднего
0° 00' 00,0"	29° 49' 59,0"	2,9"	157° 29' 21,0"	4,7"	173° 15' 22,0"	1,5"
0° 00' 00,0"	29° 49' 54,0"	2,1"	157° 29' 24,0"	7,7"	173° 15' 14,0"	6,5"
0° 00' 00,0"	29° 49' 55,5"	2,6"	157° 29' 06,0"	10,3"	173° 15' 25,5"	5,0"
среднее	29° 49' 56,1"	$\Sigma = 5,6"$	157° 29' 16,3"	$\Sigma = 22,7"$	173° 15' 20,5"	$\Sigma = 13,0"$

$$\Sigma |v| = 5,6 + 22,7 + 13,0 = 41,3"$$

Для оценки точности направления применяют приближенную формулу Петерса.

Средняя квадратическая погрешность направления, полученная из одного приема, равна

$$\mu = \frac{1,25}{\sqrt{m(m-1)}} \frac{\Sigma |v|}{n} = \frac{1,25}{\sqrt{3(3-1)}} \frac{41,3}{4} = 5,3" \quad (1)$$

С.к.п. уравненного направления (среднего из m приёмов) составила

$$m_i = \mu \sqrt{m} = 5,3 \sqrt{3} = \pm 9,2" \quad (2)$$

Таблица 3 – Сводка направлений (теодолит Атлас КТ-05)

Исходное направление 9	Направление 10	Отклонение от среднего	Направление 4	Отклонение от среднего	Направление 6	Отклонение от среднего
0° 00' 00,0"	29° 50' 30,4"	1,8"	157° 31' 05,3"	7,1"	173° 17' 12,7"	7,4"
0° 00' 00,0"	29° 50' 27,8"	0,8"	157° 30' 54,7"	3,5"	173° 17' 00,6"	4,7"
0° 00' 00,0"	29° 50' 28,6"	1,2"	157° 30' 54,7"	3,5"	173° 17' 02,6"	2,7"
среднее	29° 50' 28,6"	$\Sigma = 3,8"$	157° 30' 56,2"	$\Sigma = 14,1"$	173° 17' 05,3"	$\Sigma = 14,8"$

$$\sum |v| = 3,8 + 14,1 + 14,8 = 32,7''$$

Средняя квадратическая погрешность направления из одного приема равна $\mu = 4,2''$.

С.к.п. уравненного направления (среднего из m приёмов) составила $m_f = \pm 7,2''$.

Время, затраченное на один прием угловых измерений (в среднем):

- оптический теодолит 8-9 минут;
- электронный теодолит 10-12 минут.

По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

- 1) точность измерения горизонтальных углов электронным теодолитом Атлас КТ-05 выше, чем оптическим теодолитом 2Т5К за счет исключения личных погрешностей наблюдателя;
- 2) производительность работ практически одинаковая для оптического и электронного теодолитов, т.к. процесс наведения на визирную цель электронным теодолитом замедляет особое устройство совмещенных закрепительного и наводящего винтов;
- 3) преимущество электронного теодолита – возможность записи результатов измерений в карту памяти и последующей их математической обработки с использованием программных комплексов на ПК.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Жуков, Б.Н. Геодезический контроль сооружений и оборудования промышленных предприятий. Монография. – Новосибирск: СГГА, 2003. – 356 с.
2. Инструкция о построении государственной геодезической сети. – М.: Недра, 1966. – 340 с.
3. Левчук, Г.П. Прикладная геодезия: Основные методы и принципы инженерно-геодезических работ / Г.П. Левчук, В.Е. Новак, В.Г. Конусов – М.: Недра, 1981. – 438 с.
4. Подшивалов, В.П. Инженерная геодезия: учебник для вузов / В.П. Подшивалов, М.С. Нестеренок. – Мн.: Вышэйшая школа, 2011. – 463 с.
5. Геодезические работы в строительстве. Правила проведения: ТКП 45-1.03-26-2006 – Мн.: Минстройархитектуры, 2006. – 66 с.
6. [Интернет ресурсы]: – Режим доступа: <http://www.geototal.ru/>; <http://www.geocom.ru/>; <http://www.geodezistu.ru/>.

УДК 69.003.12

Кузьмин А.В., Пенталь В.Ч.

Научный руководитель: доцент Срывкина Л.Г.

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОРМАТИВОВ РАСХОДА РЕСУРСОВ В НАТУРАЛЬНОМ ВЫРАЖЕНИИ

В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 11.08.2011 № 361 «О совершенствовании порядка определения стоимости строительства объектов и внесении изменений в некоторые указы Президента Республики Беларусь» [1] с 1 января 2011 г. реализуется комплекс мер по совершенствованию порядка ценообразования в строительстве:

- 1) сметная документация на строительство объектов независимо от источников финансирования должна разрабатываться на основании нормативов расхода ресурсов в натуральном выражении (НРР) и (или) укрупненных нормативов стоимости строительства объекта, стоимости объектов-аналогов;
- 2) сметная стоимость должна определяться на дату начала выполнения строительно-монтажных работ с учетом нормативной продолжительности строительства (т.е. в теку-