

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич  
Должность: ректор  
Дата подписания: 02.06.2022 12:53:27  
Уникальный программный ключ:  
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781993e90a423c4b510e5380f0b

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное**  
**Образовательное учреждение высшего образования**  
**«Юго-Западный государственный университет»**  
**(ЮЗГУ)**

Кафедра экспертизы и управления недвижимостью, горного дела

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе  
О.Г. Локтионова  
« 1 » 03 2022г.



**МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ,**  
**СЕРТИФИКАЦИЯ В ГОРНОМ ДЕЛЕ**

Методические указания по выполнению практических работ для  
студентов специальности  
«Открытые горные работы»  
«Обогащение полезных ископаемых»

Курск 2022

УДК 622

Составитель: Л.А. Семенова

Рецензент

Кандидат географических наук, доцент Р.А. Попков

**Метрология, стандартизация, сертификация в горном деле:** Методические указания по выполнению практических работ для студентов специальности «Обогащение полезных ископаемых», «Открытые горные работы» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Л.А. Семенова.- Курск, 2022.- 20с.: рис. 0.- Библиогр.: с. 20.

Содержат основные сведения о правилах выполнения и оформления практических работ по дисциплине «Метрология, стандартизация, сертификация в горном деле». В методических указаниях даны рекомендации по определению результатов равноточных измерений физических величин и оценке точности результатов неравноточных измерений.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утвержденной на заседании кафедры Э и УН, ГД протокол № 1 от «30» 08 2021 года.

Предназначены для студентов направления подготовки (специальности) 21.05.04 Горное дело для специализации «Обогащение полезных ископаемых», «Открытые горные работы».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать

формат 60x84 1/16

Усл. Печ. Лист 1,16 Уч.-изд.л.1,05 Тираж 100экз. Заказ Бесплатно 1086

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

## Содержание

1		
2	Практическое занятие №1. Оценка точности результатов измерений физических величин	4
3	Практическое занятие №2. Определение среднеквадратической погрешности результатов измерений углов в треугольнике	17
	Список литературы	20

## Практическое занятие №1

**Тема: Оценка точности результатов измерений физических величин**

### 1. Теоретическая часть

#### 1.1 Общие сведения

*Измерение* – единственный способ получения количественной информации о величинах, характеризующих те или иные явления и процессы. Большинство показателей, характеризующих качество изделий и различных видов продукции, устанавливаются путем соответствующих измерений. Измерения параметров одного и того же объекта или явления, проведенные в разных местах, в разное время и разными людьми, должны быть сопоставимы. Последнее возможно, если при проведении измерений повсеместно будут выполняться определенные условия. Эти условия предполагают единообразие единиц измерения физических величин, единообразие методов измерений и средств, с помощью которых они осуществляются, и единообразие способов представления результатов.

Все эти условия обеспечиваются действием в стране Государственной системы обеспечения единства измерений.

#### 1.2 Основные метрологические понятия.

Любые измерения направлены на получение результата, т.е. оценки истинного значения физической величины (ФВ) в принятых единицах. Измерения рассматривают с двух точек зрения: *количественной* – числовое значение измеренной величины, *качественной* – точность. Стремясь повысить точность, мы стремимся уменьшить погрешность, подойти к истинному значению измеряемой величины. Даже при самой тщательной работе многократные (повторные) измерения не дают одинаковых результатов: полученные результаты не являются точным значением измеряемой величины, а отклоняются от него. Значения отклонений характеризуют *точность*.

*Измерение* – нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств. Измерения могут быть классифицированы: по характеристике точности – *равноточные, неравноточные*, числу измерений в ряду измерений – *однократные, многократные*. *Однократное измерение* - измерение, выполненное один раз, *многократное* - измерение одного того же размера физической величины,

результат которого получен из нескольких следующих друг за другом измерений, т.е. состоящее из ряда однократных измерений.

При числе отдельных измерений более 4 ряд измерений может быть обработан в соответствии с требованиями математической статистики. Это означает, что при четырех измерениях и более, входящих в ряд, измерение можно считать многократным. За результат многократного измерения принимают *среднеарифметическое* значение из отдельных измерений.

*Прямое измерение* – измерение, проводимое прямым методом, при котором искомое значение физической величины получают непосредственно из опытных данных.

*Под средством измерений* понимается техническое средство (или их комплекс), предназначенное для измерений, имеющие нормированные метрологические характеристики, воспроизводящие и (или) хранящие единицу физической величины, размер которой принимается неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени.

По отношению к измеряемой физической величине средства измерений подразделяются:

основные средства измерений;

вспомогательные средства измерений.

*Мера* — средство измерений, предназначенное для воспроизведения заданного размера физической величины. Различают меры однозначные и многозначные.

Однозначная мера воспроизводит физическую величину одного размера (*калибры*).

Многозначная мера — мера, воспроизводящая физическую величину разных размеров, например, линейка. Комплект мер разного размера одной и той же физической величины, необходимой для применения на практике как в отдельности, так и в различных сочетаниях называется набором мер.

*Измерительный прибор* — средство измерений, предназначенное для получения значений измеряемой физической величины в установленном диапазоне. Измерительный прибор, как правило, содержит устройство для преобразования измеряемой величины в сигнал измерительной информации и его индикации в форме, наиболее доступной для восприятия.

*Точность результата измерения* — характеристика качества измерения, отражающая близость к нулю погрешности его результата.

Эти погрешности являются следствием многих причин: несовершенства средств измерения; метода измерений; воздействия внешних условий и т.д. Для уменьшения погрешностей необходимо устранить или уменьшить влияние каждой из причин их появления.

### **1.3 Методика оценки точности результатов равноточных измерений.**

*Равноточные измерения* – измерения, выполненные одинаковыми по точности средствами измерений и в одних и тех же условиях. Любые измерения направлены на получение результата, то есть оценки истинного значения физической величины в принятых единицах. Полученные результаты не являются точным значением измеренной величины, а несколько отклоняются от него. Значение отклонений характеризует точность.

*Погрешность результата измерений* – отклонение результата измерений от истинного значения измеренной величины

$$\Delta X = X_{\text{изм}} - X_{\text{действ}}, \text{ где} \quad (1)$$

$X_{\text{изм}}$  - значение величины, полученное на основании измерения,

$X_{\text{действ.}}$  - значение величины, принятое за действительное.

За действительное значение при многократных измерениях принимаем среднеарифметическое из значений отдельных измерений. Среднеарифметическая погрешность измерения, входящая в серию равноточных измерений, вычисляется по формуле:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})}{n}, \text{ где} \quad (2)$$

$x_i$  - результат  $i$ -го измерения, входящего в серию,

$\bar{x}$  - среднеарифметическое из  $n$  значений величины.

Характеристикой точности служит среднеквадратическая погрешность  $m$ , вычисляемая по формуле:

$$m = \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}} = \sqrt{\frac{\Delta^2}{n}} \quad (3)$$

Эта формула (3) применима для случаев, когда известно истинное значение измеряемой величины. Точность арифметической середины выше точности отдельного измерения. Среднеквадратическая погрешность арифметической середины  $M$  определяется по формуле:

$$M = \frac{m}{\sqrt{n}}, \text{ где} \quad (4)$$

$m$  – средняя квадратичная погрешность, вычисленная по формуле (3);

$n$  – количество измерений.

## 2. Задание :

### 2.1 Исходные данные:

В результате многократного измерения на местности каждого из трех углов в треугольнике геодезическим прибором - теодолитом ДАНЛТА-020 (СКО=20") получили значения измеренных горизонтальных углов в точках: А ( $\angle BAC$ ); В ( $\angle CBA$ ); С  $\angle ACB$ . ( Приложение 1).

*Номер варианта задания студенту соответствует номеру фамилии студента в ведомости.*

*Номер варианта задания студенту соответствует номеру фамилии студента в ведомости.*

## **2.2 Определить:**

1. исправленное значение углов;
2. погрешность измерения;
3. среднеквадратическую погрешность измерения.

## **3. Решение задачи.**

### **3.1 Обработка результатов равноточных измерений.**

По каждому многократно измеренному горизонтальному углу определяется среднеарифметическое значение каждого угла и заносится в таблицу 1.

Определяем сумму средних значений измеренных углов в треугольнике. Теоретически сумма углов в треугольнике должна быть равна  $180^{\circ}$ . Разница между суммой измеренных углов в треугольнике и теоретической суммой углов в треугольнике есть погрешность измерений.

Полученную погрешность (невязку) разбрасываем пропорционально на каждый измеренный угол (среднеарифметическое из многократных измерений). Путем введения поправок в измеренные углы исключаем случайные погрешности. Поправку вводим с обратным знаком.

В таблицу 1 заносим исправленное значение измеренных углов. Контролем правильности вычислений служит сумма исправленных углов. Она должна быть равна  $180^{\circ}$ .

### **3.2. Оценка точности результатов равноточных измерений.**

Определяется абсолютная погрешность по формуле (1).

После введения поправок получили исправленное значение углов.

Характеристикой точности служит среднеквадратическая погрешность **m**.

Определяем среднеквадратичную погрешность по формуле

$$m = \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}} = \sqrt{\frac{\Delta^2}{n}}, \quad \text{где:}$$

$\Delta X$  – погрешность измерения каждого из трех углов,  
 $n$  – количество измерений каждого из трех углов.

Среднеквадратическая погрешность арифметической середины  $M$  определяется по формуле:

$$M = \frac{m}{\sqrt{n}}, \quad \text{где}$$

$m$  – средняя квадратичная погрешность, вычисленная по формуле (3),

$n$  – количество измерений.

Результаты вычислений заносятся в таблицу 1.

Таблица 1

	Среднеарифметическое значение углов	Исправленное значение углов	Среднеквадратическая погрешность
<b>т. А</b> $\angle BAC$			$m = \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}} = \sqrt{\frac{\Delta^2}{n}},$
<b>т. В</b> $\angle CBA$			
<b>т. С</b> $\angle ACB$			
$\Sigma$			$M = \frac{m}{\sqrt{n}}$

Для абсолютной величины случайной погрешности существует допустимый предел – это наибольшее значение погрешности средства измерения, устанавливаемое нормативно – техническим документом для данного типа средства измерений. Для геодезического прибора – теодолита ДАНЛТА-020 среднеквадратическая ошибка (СКО) равна 20".

Сравнивая вычисленные значения СКО с нормативными, делаем вывод о приемлемости наших измерений.

### Варианты практической работы



	1 измерени е	2 измерени е	3 измерени е	Среднее значение углов	Исправле н-ное значение углов
<b>т.А</b> $\angle BAC$	40° 40'40"	40° 40'45"	40° 40'30"		
<b>т.В</b> $\angle BAC$	60° 10' 40"	60° 10' 38"	60° 10' 45"		
<b>т.С</b> $\angle ACB$	79° 09' 30"	79° 09' 30"	79° 09' 30"		
$\Sigma$					

### Вариант №2

	1 измерени е	2 измерени е	3 измерени е	Среднее значение углов	Исправле н-ное значение углов
<b>т.А</b> $\angle BAC$	45° 40'40"	45° 40'45"	45° 40'30"		
<b>т.В</b> $\angle CBA$	55° 10' 42"	55° 10' 38"	55° 10' 40"		
<b>т.С</b> $\angle ACB$	79° 09' 28"	79° 09' 32"	79° 09' 35"		
$\Sigma$					

### Вариант №3

	1 измерени е	2 измерени е	3 измерени е	Среднее значение углов	Исправле н-ное значение углов
<b>т.А</b> $\angle BAC$	43° 40'37"	43° 40'40"	43° 40'42"		
<b>т.В</b> $\angle CBA$	57° 10' 40"	57° 10' 40"	57° 10' 40"		
<b>т.С</b> $\angle ACB$	77° 09' 27"	77° 09' 33"	77° 09' 28"		
$\Sigma$					

**Вариант №4**

	1 измерени е	2 измерени е	3 измерени е	Среднее значение углов	Исправле н-ное значение углов
<b>т.А</b> $\angle BAC$	47° 40'42"	47° 40'41"	47° 40'37"		
<b>т.В</b> $\angle CBA$	55° 10' 42"	55° 10' 38"	55° 10' 40"		
<b>т.С</b> $\angle ACB$	79° 09' 28"	79° 09' 28"	79° 09' 28"		
$\Sigma$					

**Вариант №5**

	1 измерени е	2 измерени е	3 измерени е	Среднее значение углов	Исправле н-ное значение углов
<b>т.А</b> $\angle BAC$	40° 40'40"	40° 40'45"	40° 40'30"		
<b>т.В</b> $\angle CBA$	60° 10' 40"	60° 10' 40"	60° 10' 40"		
<b>т.С</b> $\angle ACB$	79° 09' 30"	79° 09' 30"	79° 09' 30"		
$\Sigma$					

**Вариант №6**

	1 измерени е	2 измерени е	3 измерени е	Среднее значение углов	Исправле н-ное значение углов
<b>т.А</b> $\angle BAC$	41° 40'40"	41° 40'45"	41° 40'30"		
<b>т.В</b> $\angle CBA$	59° 10' 40"	59° 10' 40"	59° 10' 40"		
<b>т.С</b> $\angle ACB$	79° 09' 30"	79° 09' 30"	79° 09' 30"		

$\Sigma$					
----------	--	--	--	--	--

Вариант №7

	1 измерени е	2 измерени е	3 измерени е	Среднее значение углов	Исправле н-ное значение углов
<b>т.А</b> $\angle BAC$	40° 40'40"	40° 40'45"	40° 40'30"		
<b>т.В</b> $\angle CBA$	61° 10' 40"	61° 10' 40"	61° 10' 40"		
<b>т.С</b> $\angle ACB$	78° 09' 30"	78° 09' 30"	78° 09' 30"		
$\Sigma$					

Вариант №8

	1 измерени е	2 измерени е	3 измерени е	Среднее значение углов	Исправле н-ное значение углов
<b>т.А</b> $\angle BAC$	40° 40'40"	40° 40'45"	40° 40'32"		
<b>т.В</b> $\angle CBA$	62° 10' 40"	62° 10' 38"	62° 10' 40"		
<b>т.С</b> $\angle ACB$	77° 09' 33"	77° 09' 30"	77° 09' 36"		
$\Sigma$					

Вариант №9

	1 измерени е	2 измерени е	3 измерени е	Среднее значение углов	Исправле н-ное значение углов
<b>т.А</b> $\angle BAC$	43° 40'37"	43° 40'40"	43° 40'42"		
<b>т.В</b>	57° 10'	57° 10'	57° 10'		

$\angle CBA$	40"	40"	40"		
<b>т.С</b> $\angle ACB$	77° 09' 27"	77° 09' 33"	77° 09' 28"		
$\Sigma$					

### Вариант №10

	1 измерени е	2 измерени е	3 измерени е	Среднее значение углов	Исправле н-ное значение углов
<b>т.А</b> $\angle BAC$	40° 40'40"	40° 40'45"	40° 40'31"		
<b>т.В</b> $\angle CBA$	62° 10' 40"	62° 10' 40"	62° 10' 39"		
<b>т.С</b> $\angle ACB$	77° 09' 30"	77° 09' 30"	77° 09' 32"		
$\Sigma$					

### Вариант №11

	1 измерени е	2 измерени е	3 измерени е	Среднее значение углов	Исправле н-ное значение углов
<b>т.А</b> $\angle BAC$	40° 40'40"	40° 40'45"	40° 40'30"		
<b>т.В</b> $\angle CBA$	60° 10' 40"	60° 10' 40"	60° 10' 40"		
<b>т.С</b> $\angle ACB$	79° 09' 30"	79° 09' 30"	79° 09' 30"		
$\Sigma$					

### Вариант №12

	1 измерени	2 измерени	3 измерени	Среднее значение	Исправле н-ное
--	---------------	---------------	---------------	---------------------	-------------------

	e	e	e	углов	значение углов
<b>т.А</b> $\angle BAC$	41° 40'40"	41° 40'45"	41° 40'30"		
<b>т.В</b> $\angle CBA$	59° 10' 40"	59° 10' 40"	59° 10' 40"		
<b>т.С</b> $\angle ACB$	79° 09' 30"	79° 09' 30"	79° 09' 30"		
$\Sigma$					

### Вариант №13

	1 измерение	2 измерение	3 измерение	Среднее значение углов	Исправленное значение углов
<b>т.А</b> $\angle BAC$	40° 40'40"	40° 40'45"	40° 40'30"		
<b>т.В</b> $\angle CBA$	61° 10' 40"	61° 10' 40"	61° 10' 40"		
<b>т.С</b> $\angle ACB$	78° 09' 30"	78° 09' 30"	78° 09' 30"		
$\Sigma$					

### Вариант №14

	1 измерение	2 измерение	3 измерение	Среднее значение углов	Исправленное значение углов
<b>т.А</b> $\angle BAC$	45° 40'40"	45° 40'45"	45° 40'30"		
<b>т.В</b> $\angle CBA$	55° 10' 42"	55° 10' 38"	55° 10' 40"		
<b>т.С</b> $\angle ACB$	79° 09' 28"	79° 09' 32"	79° 09' 35"		
$\Sigma$					

### Вариант №15

	1 измерени е	2 измерени е	3 измерени е	Среднее значение углов	Исправле н-ное значение углов
<b>т.А</b> $\angle BAC$	45° 40'40"	45° 40'45"	45° 40'30"		
<b>т.В</b> $\angle CBA$	55° 10' 42"	55° 10' 38"	55° 10' 40"		
<b>т.С</b> $\angle ACB$	79° 09' 28"	79° 09' 32"	79° 09' 35"		
$\Sigma$					

### Вариант №16

	1 измерени е	2 измерени е	3 измерени е	Среднее значение углов	Исправле н-ное значение углов
<b>т.А</b> $\angle BAC$	43° 40'37"	43° 40'40"	43° 40'42"		
<b>т.В</b> $\angle CBA$	57° 10' 40"	57° 10' 40"	57° 10' 40"		
<b>т.С</b> $\angle ACB$	77° 09' 27"	77° 09' 33"	77° 09' 28"		
$\Sigma$					

### Вариант №17

	1 измерени е	2 измерени е	3 измерени е	Среднее значение углов	Исправле н-ное значение углов
<b>т.А</b> $\angle BAC$	45° 40'40"	45° 40'45"	45° 40'30"		
<b>т.В</b> $\angle CBA$	55° 10' 42"	55° 10' 38"	55° 10' 40"		
<b>т.С</b> $\angle ACB$	79° 09' 28"	79° 09' 32"	79° 09' 35"		

$\Sigma$					
----------	--	--	--	--	--

### Вариант №18

	1 измерени е	2 измерени е	3 измерени е	Среднее значение углов	Исправле н-ное значение углов
<b>т.А</b> $\angle BAC$	40° 40'40"	40° 40'45"	40° 40'30"		
<b>т.В</b> $\angle CBA$	60° 10' 40"	60° 10' 40"	60° 10' 40"		
<b>т.С</b> $\angle ACB$	79° 09' 30"	79° 09' 30"	79° 09' 30"		
$\Sigma$					

### Вариант №19

	1 измерени е	2 измерени е	3 измерени е	Среднее значение углов	Исправле н-ное значение углов
<b>т.А</b> $\angle BAC$	40° 40'42"	40° 40'43"	40° 40'33"		
<b>т.В</b> $\angle CBA$	62° 10' 41"	62° 10' 40"	62° 10' 41"		
<b>т.С</b> $\angle ACB$	77° 09' 30"	77° 09' 30"	77° 09' 34"		
$\Sigma$					

### Вариант №20

	1 измерени е	2 измерени е	3 измерени е	Среднее значение углов	Исправле н-ное значение углов
<b>т.А</b> $\angle BAC$	43° 40'37"	43° 40'40"	43° 40'42"		
<b>т.В</b>	57° 10'	57° 10'	57° 10'		

$\angle CBA$	40"	40"	40"		
<b>т.С</b> $\angle ACB$	77° 09' 27"	77° 09' 33"	77° 09' 28"		
$\Sigma$					

### Вариант №21

	1 измерени е	2 измерени е	3 измерени е	Среднее значение углов	Исправле н-ное значение углов
<b>т.А</b> $\angle BAC$	45° 40'40"	45° 40'45"	45° 40'30"		
<b>т.В</b> $\angle CBA$	55° 10' 42"	55° 10' 38"	55° 10' 40"		
<b>т.С</b> $\angle ACB$	79° 09' 28"	79° 09' 32"	79° 09' 35"		
$\Sigma$					



## Практическое занятие №2

### Тема: Определение среднеквадратической погрешности результатов измерений углов в треугольнике

Теодолиты, находящиеся в эксплуатации, периодически подвергаются ведомственным поверкам. Операции такой поверки включают, кроме выполнения обычных поверок, определение метрологических параметров теодолита: погрешностей измерения горизонтальных углов, вертикальных углов, коэффициента нитяного дальномера, параллельности оси уровня при трубе визирной оси, погрешности ориентирования по буссоли (см. паспорт теодолита 4Т30).

В данной работе рассматривается определение средней квадратической погрешности измерения горизонтального угла теодолитом 4Т30.

Средняя квадратическая погрешность измерения горизонтального угла определяется по результатам многократных измерений угла между двумя визирными целями. В качестве визирной цели может быть использована марка в виде перекрестия с шириной штрихов от  $0,015S$  до  $0,025S$  мм, где  $S$  – расстояние от теодолита до марки в метрах; точка перед- мета местности; изображение сетки нитей отфокусированной на бесконечность зрительной трубы геодезического прибора с подсветкой или светлым освещенным экраном за окуляром.

Направления на визирные цели должны отличаться по наклону на  $20-25^\circ$ . Рекомендованное значение угла  $60-65^\circ$ . Угол измеряют 12 приемами с перестановкой круга между ними на  $15^\circ$ . Результаты измерения такого угла приведены в таблице 2.1.

Недостающие значения минут и секунд для 11 и 12 приемов в таблице 1 каждый студент принимает в соответствии со своим вариантом (номером по списку в журнале группы) по таблице

Таблица 1 – Результаты измерения горизонтального угла теодолитом 4Т30П

Номер приема	1	2	3	4	5	6
Горизонтальный угол $\alpha_i$	$61^\circ 10' 15''$	$61^\circ 10' 30''$	$61^\circ 10' 15''$	$61^\circ 10' 15''$	$61^\circ 09' 30''$	$61^\circ 09' 30''$
Номер приема	7	8	9	10	11	12
Горизонтальный угол $\alpha_i$	$61^\circ 09' 15''$	$61^\circ 09' 15''$	$61^\circ 09' 30''$	$61^\circ 09' 30''$	$61^\circ \dots \dots$	$61^\circ \dots \dots$

Таблица 2 – Индивидуальные исходные данные

Номер варианта		1	2	3	4	5	6	7
Номер приема	11	9'	9'	9'	9'	9'	9'	9'
	12	9'	9'15''	9'30''	9'45''	10'	10'15''	10'30''
Номер варианта		8	9	10	11	12	13	14
Номер приема	11	9'15''	9'15''	9'15''	9'15''	9'15''	9'15''	9'30''
	12	9'15''	9'30''	9'45''	10'	10'15''	10'30''	9'30''
Номер варианта		15	16	17	18	19	20	21
Номер приема	11	9'30''	9'30''	9'30''	9'30''	9'45''	9'45''	9'45''
	2	9'45''	10'	10'15''	10'30''	10'45''	11'	11'15''

Номер варианта		22	23	24	25	26	27	28
Номер приема	11	9'45''	10'	10'	10'	10'15''	10'15''	10'30''
	12	10'30''	10'	10'15''	10'30''	10'15''	10'30''	10'30''

Среднюю квадратическую погрешность измерения горизонтального угла одним приемом вычисляют до целого числа секунд по формуле

$$m_{\beta} = \sqrt{\frac{\sum (\beta_i - \beta_{cp})^2}{n-1}}$$

где  $\beta_i$  – отклонения результатов отдельных измерений угла от их среднего арифметического значения;

$n$  – количество приемов измерений;

$\beta_i$  – значение угла в  $i$ -м приеме

$\beta_{cp}$  – среднее значение угла из  $n$  приемов.

Вычисление средней квадратической погрешности  $m$  удобно вести в табличной форме (таблица 3).

Таблица 3 – Определение погрешности измерения горизонтального угла теодолитом

Номер приема	Горизонтальный угол $\beta_i$	Отклонение $\delta_i = \beta_i - \beta_{cp}$	$\delta^2$
1			
2			
3			
...			

Сумма			$\sum_i \delta^2$
-------	--	--	-------------------

Среднее значение угла  $\alpha_{\text{cp}} = \dots$

## **Список литературы**

1. Схиртладзе, Александр Георгиевич. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учебник / А. Г. Схиртладзе, Я. М. Радкевич, С. А. Сергеев. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 539 с.

2. Дрейзин В. Э. Метрология, стандартизация и технические измерения : учебное пособие / В. Э. Дрейзин. - Курск : КурскГТУ, 2004 - . - Текст : непосредственный. Кн. 1 : Метрология, стандартизация и сертификация / Курский государственный технический университет. - 120 с. - Имеется электрон. аналог. - ISBN 5-7681-0178-0

3. Титов, В. С. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие / В. С. Титов, В. Е. Эрастов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Курский государственный технический университет. - Курск : КГТУ, 2005. - 184 с. - ISBN 5-7681-0240-X : 85.00 р. - Текст : непосредственный.

## **Дополнительная учебная литература**

4. Куприянова, И. Ю. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие / И. Ю. Куприянова ; Курский государственный технический университет. - Курск : КурскГТУ, 2006. - 200 с. : ил. - Имеется электрон. аналог. - ISBN 5-7681-0287-6 : 121.00 р. - Текст : непосредственный.

5. Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / Ю. В. Димов. - 2-е изд. - СПб. : Питер, 2006. - 432 с. : ил. - (Учебник для вузов). - ISBN 5-318-00428-8 : 135.66 р. - Текст : непосредственный.

## **Перечень методических указаний**

1 Метрология, стандартизация и сертификация в горном деле : [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению практических работ для студентов специальности «Обогащение полезных ископаемых» «Открытые горные работы» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: Л. А. Семенова, Л. П. Костромина. - Электрон. текстовые дан. (541 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 28 с