Министерство образования РФ
Московский государственный строительный университет

Г.С.Елесин, Рогова Н.С.

Методические указания
по компьютерной обработке материалов геодезических измерений

Для студентов 1 курса специальности «Возведение уникальных сооружений»;1 курса специальности ГСХ (ускоренники);2 курса бакалавриата

Москва
2011

Г.С.Елесин, Рогова Н.С. Методические указания по компьютерной обработке материалов геодезических измерений

Методические указания составлены для оказания помощи студентам использовать возможности программы Microsoft Office Excel для обработки материалов геодезических измерений при выполнении заданий по инженерной геодезии.

Рецензент кафедры геодезии Кирнарская И.Б.

Содержание

1.Введение 3
2.Уравнивание углов и приращений координат точек теодолитного хода 4
3.Геодезические расчеты при проектировании вертикальной планировки 6
3.1.Определение проектной отметки горизонтальной площадки 6
3.2.Вычисление рабочих отметок 7
3.3.Определение положения точек нулевых работ 7
3.4. Построение фигур и определение объема земляных работ 8
4. Вычисления при трассировании линейных сооружений 9
4.1.Разбивка главных точек 9
4.2.Вычисление координат для детальной разбивке кривой 10
5. Литература 11

1.Введение

Изготовление документов, выполнение вычислений и хранение данных, осуществляемые с помощью программных приложений Microsoft Office, существенно сокращают ручную работу, уменьшают количество повторяющихся действий, предотвращают ошибки, возникающие при создании документов вручную.

В процессе вычислений в MS Excel (приложения MS Office) обычно используют способ, когда формула выполняемых вычислений находится в фиксированной ячейке, а значения аргументов – в других ячейках. Требуемый результат получают ссылкой, указанием курсором ячеек (пересечения столбцов и строк сетки), в которых находятся значения аргументов и записывая в другую ячейку формулу, требуемую для выполняемых операций.

Формула это символьное выражение аргументов и операций над ними: сложения (+) ; разности (-) ; умножения (*) ; деления (**/**)**:** возведение числа в степень (^) и др. При этом в *строке формул* отображается формула, а в соответствующей рабочей *ячейке* – результат вычислений.

Основным правилом работы с формулами в MS Excel является необходимость начинать вычисления путем ввода в ячейку (строку) формул знака равенства (=). Если этого не сделать, то выражение, введенное в ячейку будет интерпретироваться как текст. При записи функций необходимо учитывать очередность (приоритет) выполнения операций, организуя для этого записи системой скобок, отделяя скобками операции умножения и деления от операций сложения и вычитания. Например, запись формулы (E6-E21)*E26, означает, что необходимо из содержимого ячейки E6 вычесть содержимое ячейки E21, а затем полученный результат умножить на содержимое ячейки E26.

Для работы с формулами, в которых длины линий даны в метрах и их необходимо умножить на углы в градусах, следует значение углов в градусах преобразовать в радиальную меру.

Например, переведем в радианную меру значение угла 88°14′. Для этого значение угла 88° умножаем на π/180 (численное значение которой находится в ячейке R29 и равно 0,017453…), а минуты умножаем на π/10800 (размещенные, например, в ячейке R30 и равные 0.000290…). Полученные два выражения необходимо сложить в ячейке E5. При этом значения аргументов не требуется писать, а нужно просто указать курсором ячейки, где находятся эти числа, а значения чисел будут записаны в строке формул и в ячейке E5.

Формула выполнения этой операции, записанная в ячейке E5 (одновременно в строке формул) будет такой =((C5*R29)+(D5*R30)). В результате в ячейке E5 вместо формулы будет записано значение этого угла в радианной мере, равное 1,539950. Необходимые для вычислений готовые функции (например, тригонометрические) находят на панели меню «ВСТАВКА». Выбрав команду «Функция» и требуемую функцию (например, синус) и указав курсором значения румба (например, 0,174329) получают значение тригонометрической функции. Для данного угла синус равен 0,984808. Полученный результат записывается в соответствующую ячейку.

2.Уравнивание углов и приращений координат точек теодолитного хода

1) Учитывая, что в MS Excel используется ***радианная*** система значений углов, необходимо все углы перевести в радианную меру. Для этого каждое значение угла умножают на значение радиана одного градуса (0,017453) и одной минуты (0,000290).

2) Значения градусов и минут углов записывают в отдельные столбцы, так как они будут умножаться на разные значения радиана в градусах и минутах, которые также записывают в отдельных ячейках. Например, для рассматриваемого примера, значение градуса записывают в ячейку R29, а минут в ячейку R30.

3) Перевод измеренных углов **в радианную меру** выполняют по единой формуле, записывая в соответствующие ячейки требуемые операции. Например, для первого угла в ячейку E5 пишут:

= (C5*R29)+(D5*R30). (1)

Нажав клавишу *Enter*, в ячейке E5 получают значение угла в радианной мере 1,539951.

4)В ячейку E7 записывают формулу вычисления угла для следующей точки:

= (C7*R29)+(D7*R30).

Также действуют с последующими углами.

5) **Сумму углов полигона** определяют в ячейке E18 по формуле, где значения углов считывают с соответствующих ячеек:

= E5+E7+E9+E11+E13. (2)

6) В ячейку E18 записывают значение теоретической суммы углов вычисленную по формуле $\Sigma\beta = 180°(n-2)$, где n-число углов. Разность теоретической суммы ($\beta_т$) от фактической ($\beta_ф$ -невязку) вычисляют по формуле

$$f_\beta = \Sigma\beta_т - \Sigma\beta_ф . \quad (3)$$

Сумма увязанных углов должна точно равняться теоретической сумме.

В данном случае $\Sigma\beta=180*(5-2)=540°$, это выражение переводят в радианную меру по формуле 540*0,017453=9,42478. Затем в ячейке E20 определяют разность между значениями в ячейках E18-E19 (невязку в углах). **Невязка** не должна превышать величину, определяемую по формуле

$$f_{доп} = 2m\sqrt{n} =(2*0',5\sqrt{5})*\rho = (2',2)* (0,000290) = 0,00062, \quad (4)$$

где m –точность измерения углов (данном случае, тридцатисекундным теодолитом),

n – число углов (n=5).

Полученную невязку, если она допустима, распределяют на все углы поровну со знаком, обратным знаку невязки в виде **поправки** δ, равной (в радианах)

$$\delta = f_\beta / n = 0,00062/5 = 0,000124 \quad (5)$$

7) Полученную невязку делят на число углов (в примере 0,000616/5=0,000124) и **исправляют значения** измеренных углов (столбец F). Сумма увязанных углов (с учетом знаков) должна быть равна теоретической сумме, а их разность равна нулю.

8) Вычисление **дирекционных углов α,** которые отсчитывается от направления координатной линии на север и изменяется от 0° до 360°.Операцию выполняют по следующему правилу: дирекционный угол ($\alpha_к$) ***последующей линии*** *(направленной вперед, по ходу движения)* равен дирекционному углу ($\alpha_{к-1}$) ***предыдущей линии,*** *плюс 180° (иногда возможно минус 180°)* *и* ***минус правый*** угол (β) :

$$\alpha_к = \alpha_{к-1} + 180° - \beta \ . \qquad (6)$$

9) Используя значения синусов и косинусов румбов, длин линий (L), вычисляют **приращения координат** по формулам:

$$\Delta X = L^* \cos r \ , \quad \Delta У = L^* \sin r \ . \qquad (7)$$

10) Затем вычисляют **координаты** поворотных точек (с учетом знаков приращений):

$$X_к = X_{к-1} + \Delta X \ ; \quad У_к = У_{к-1} + \Delta У \ . \qquad (8)$$

11) Пример вычисления координат замкнутого теодолитного хода

№	Углы измер.			исправ.	Дирекц.	Линии	Δ X		Δ У		Координаты	
	°	′	радиан	радиан	угол	L	Вычис.	Испр.	Вычис.	Испр.	X	У
1	88	14	1,53995	1,5401	**(10°)**						200	200
					0,17453	26,76	26,35	26,37	4,65	4,63		
2	184	2	3,21199	3,2121							226,37	204,63
					0,10400	58,35	58,03	58,05	6,06	6,04		
3	91	55,2	1,60426	1,60440							284,42	210,67
					1,64119	70,5	-4,96	-4,94	70,33	70,31		
4	90	36,5	1,58138	1,5815							279,47	280,98
					3,20125	90,6	-90,44	-90,43	-5,40	-5,42		
5	85	10,2	1,48649	1,4866							189,05	275,56
					4,85622	76,33	10,94	10,95	-75,54	-75,56		
1											200	200
	538	118	9,4241	9,4248	6,45772	**322,54**	**-0,07**	0	**0,09**			
		120	**9,4248**		**0,17453**		-0,01					
		-2,1	0,0007	0						0		
			0,0001									

$f_\beta = 2m^*\sqrt{5} = 2^*0{,}5^*2{,}24 \quad = 2',24;$

$f_L = \sqrt{(0{,}07)^2 + (0{,}09)^2} / 322{,}54 = \sqrt{(0{,}0049+0{,}0081)}/322{,}54 = 0{,}113/322{,}54 = 1/2854$

3.Геодезические расчеты при вертикальной планировке

Необходимые для вычислений данные в виде координат X,Y.Z получают в процессе выполнения геодезических измерений на местности или в результате стереофотограмметрической обработки материалов аэрокосмической съемки.

Исходные данные

	А	Б	В	Г
	128,95	130,73	130,56	130,04
3				
2	129,04	130,68	130,30	129,82
1	128,67	129,91	130,75	

3.1. Определение проектной отметки горизонтальной площадки

Из полученных значений исходных данных вычисляют отметку, имеющую **среднее значение** ($H_{сред}$**).** При вычислении отметок учитывают присутствие каждой точки и в общей их сумме, то-есть .участие в смежных квадратах в общей сумме, «ее вес». На рисунке1 видно, что отметки точек участвуют в общей сумме:

точки 128,67, 128,95, 130,04, 129,82, 130,75 - 1 раз;
точки 129,04, 130,73, 130,56, 129,91 - 2 раза;
точки 130,3 - 3 раза;
точка- 130,68 4 раза.

Поэтому для учета веса каждого значения при вычислении их суммы, создано четыре отдельных блока. Затем каждый блок умножают на 1,2,3.4, соответственно их участию (весу) в сумме. Сложив числа, полученные в каждом блоке, делят эту величину на (4*К), где К-число квадратов, определяя среднее значение ($H_{средн.}$).

В таблице выполнено вычисление отметки горизонтальной плоскости, и результате которого получено значение $H_{сред.}$ = 130,12 .

Таблица

Значения исходных данных					Множители	Результат
128,67	128,95	130,04	129,82	130,75	1	648,23
	129,04	130,73	130,56	129,91	2	1040,48
				130,3	3	390,9
				130,68	4	522,72
					Сумма =	2602,33
					4*К =	20
					Нсред. =	**130,1165**

3.2. Вычисление рабочих отметок h

С целью определения объема земляных работ необходимо вычислить превышение каждой точки над средней плоскостью. Для этого из значения отметки средней плоскости ($H_{сред.}$) вычитают отметки каждой точки по формуле $h_n = H_{сред.} - H_n$.

Например, **130,12**–128,67=1,45; **130,12**–129,91= 0,21; **130,12**–130,75= –0,63 и т.д.

	А	Б	В	Г
3	128,95	130,73	130,56	130,04
	1,17	-0,61	-0,44	0,08
2	129,04	130,68	130,3	129,82
	1,08	-0,56	-0,18	0,3
				130,12
1	**128,67**	129,91	130,75	
	1,45	0,21	-0,63	

Рис.2

3.3.. Определение положения точек нулевых работ

На рисунке 2 видно, что на некоторых сторонах квадратов находятся точки с положительными и отрицательными значениями превышений. Поэтому между ними должны быть расположены точки, имеющие **нулевое** значение. Для определения местоположения таких точек, необходимо найти отрезки линий между положительными и отрицательными точками на сторонах квадратов.

Для определения точек «нулевых работ» определяют длину отрезков от концов таких сторон квадрата. Вычисления выполняют по формулам:

$$d1= h1 / (h1+h2)*D$$

$$d2= h2 / (h1+h2)*D$$

где: d1- отрезок на стороне квадрата от одного конца до точки нулевых работ;

d2 - отрезок на стороне квадрата от другого конца до точки нулевых работ;

h1 - положительное превышение точки на одной стороне квадрата;

h2 - отрицательное превышение точки на другой стороне квадрата;

(D =20 м) - длина стороны квадрата.

Например (см. рис. 3): d1= ((1,17)/(1,17+0,61))* 20 = **13,15;**

d2= ((0,61)/(1,17+0,61))*20 = **6,85.**

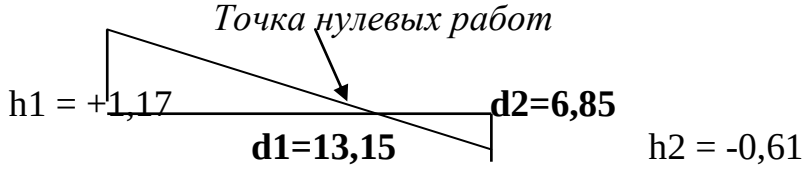
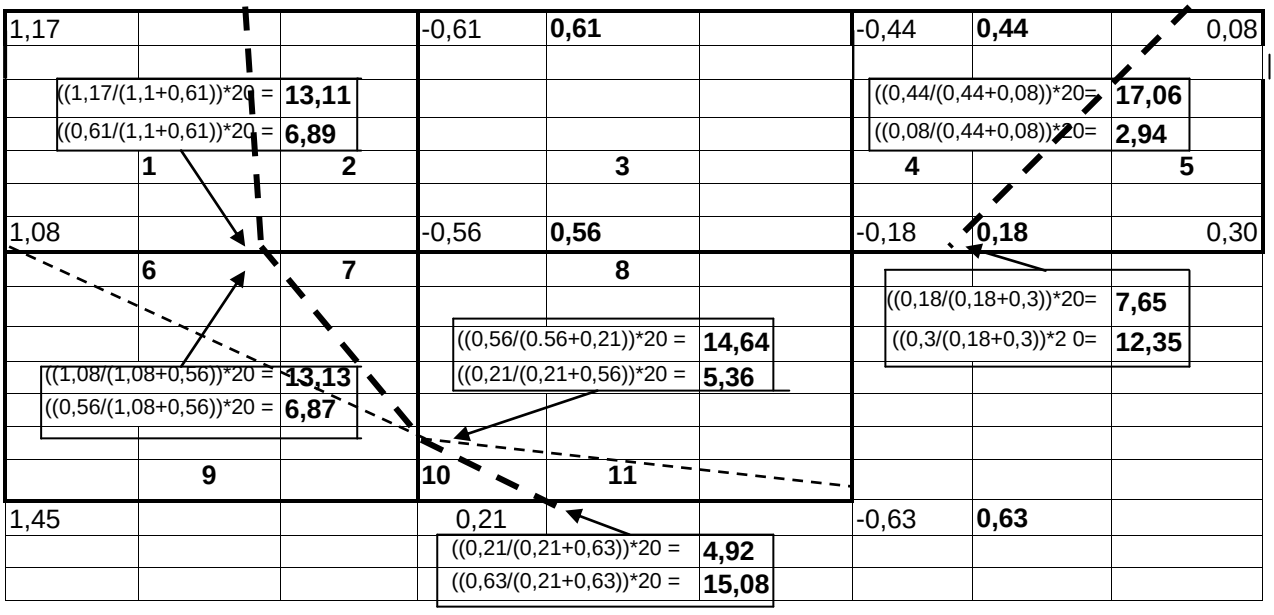


Рис.3

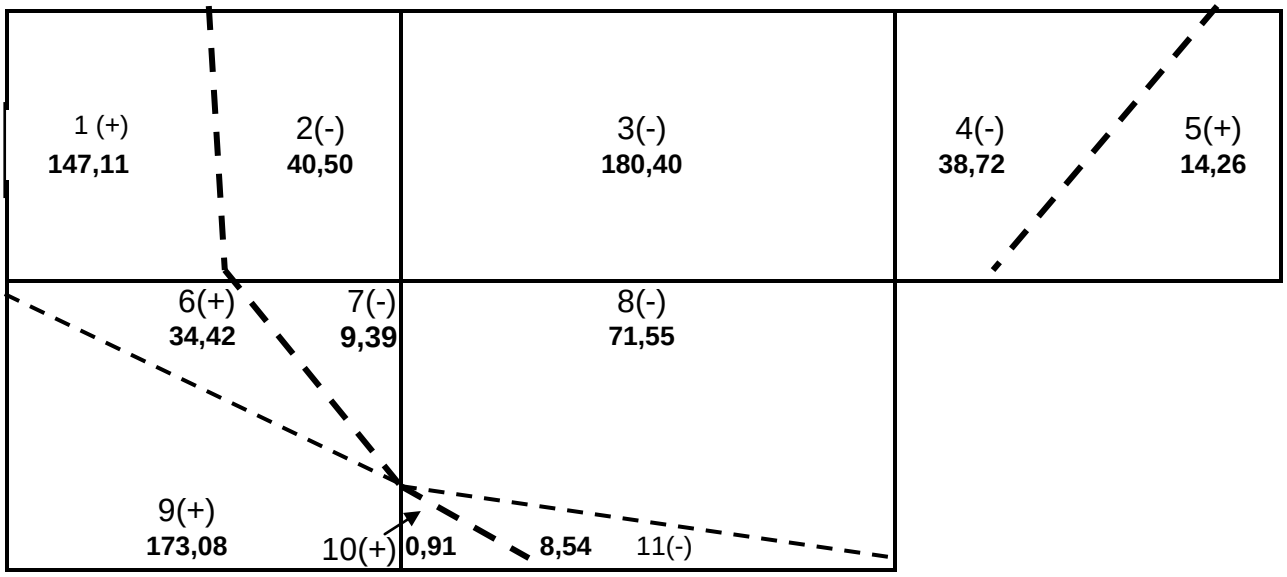
3.4.Построение фигур для определения объема земляных работ

Соединяя вычисленные положения точек нулевых работ на сторонах квадратов, строят геометрические фигуры, которые затем используют для определения площадей фигур.

При этом стремятся так формировать элементарные фигуры (квадраты, трапеции, треугольники), чтобы при вычислениях использовать стандартные формулы.



3.5 Схема объемов земляных работ в квадратах



4.Элементы проектирования линейных сооружении

4.1. Разбивка главных точек кривых

Обозначения

θ – угол поворота трассы в градусах

R - радиус кривой

Формулы для вычисления значений главных точек

$T=R*tg(\theta/2)$ (Т-расстояние от точки касания окружности до точки поворота)

$K=\theta*(\pi/180)*R$ (К-длина кривой)

$D=2T-K$ (D-домер, разница в длине двух тангенсов и кривой)

$B=(R/(\cos\theta/2)-R$ (В-расстояние по биссетрисе от точки поворота до кривой)

Формулы для вычисления значений пикетов

ПК НК = ПК ВУ - Т (ПК - пикет; ВУ- вершина угла кривой)

ПК КК = ПК НК + К (НК -начало кривой; КК- конец кривой)

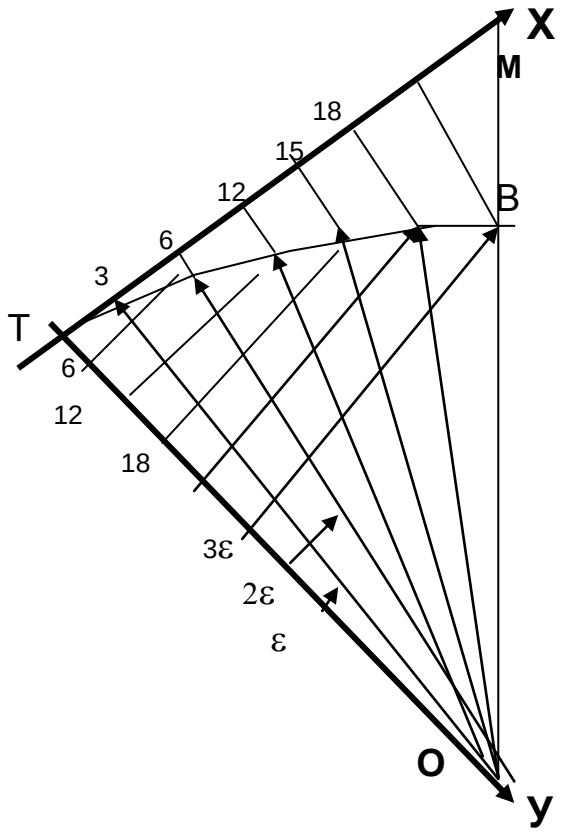
ПК СК=ПК НК+К/2 (СК-середина кривой)

Вычисление данных

	градус	минута
	38	32
	$(\pi/180)$	0,017453
	$(\pi/10800))$	0,00029
	$\theta*(\pi)$	0,672508
	$\theta/2*(\pi/180)$	0,336254
	$\cos\theta/2$	0,943997
	$tg\theta/2$	0,349528
	(ПК ВУ)	110,09
	Радиус (метры)	200
Тангенс	$T=R*tg\theta/2$	69,90554
Кривая	$K=\theta*R$	134,5016
Биссектриса	$B=(R/\cos\theta/2)-R$	11,86501
Домер	$D=2T-K$	5,309479
ПК НК = ПК ВУ -Т		40,184464
ПК КК = ПК НК+К		174,68606
ПК СК = ПК НК+К/2		107,43526
ПК КК= (ПК ВУ-Т) + К		174,68606
ПК КК= (ПК ВУ+Т) - D		174,68606

4.2. Вычисление координат для детальной разбивки кривой

Чертеж разбивки кривой



4.3. Вычисление координат для детальной разбивки кривой

Таблица 4

ε°	ε*(π/180)	sin ε	cos ε	X=R*sinε	Y=R-R*cosε
3	0,05236	0,052336	0,99863	10,467191	0,274093049
6	0,10472	0,1045285	0,994522	20,905693	1,095620926
9	0,15708	0,1564345	0,987688	31,286893	2,462331881
12	0,20944	0,2079117	0,978148	41,582338	4,370479853
15	0,261799	0,258819	0,965926	51,763809	6,814834742
18	0,314159	0,309017	0,951057	61,803399	9,788696741
19,27	0,336267	0,3299658	0,943993	65,993161	11,20142293

Контроль вычисления координат $\varepsilon^{o} = 19°,27$

X =T- B * cos $(90^{o} - \theta/2)$ = **65,99316**

У =B *sin $(90° - \theta/2)$ = **11,20139**

Литература

1.Инженерная геодезия. Е.Б.Клюшин, М.И.Киселев, Д.Ш.Михелев, В.Д.Фельдман. М.: Изд. центр «Академия», 2008.
2.Инженерная геодезия. Д.А.Кулешов, Г.Е.Стрельников, Г.Е.Рязанцев. М.:Картгеоцентр-Геодезиздат, 1996.
3.Первые шаги в Excel. В.П.Леонтьев.М.:Ольма-Пресс.Образование, 2005.
4.Научные вычисления в Microsoft Excel. М.: «Вильямс», 2004.
5.Методические указания по проведению учебного автоматизированного проектирования трассы линейного сооружения. Г.С.Елесин, А.И.Алчинов, В.В.Костин, В.Б.Кекелидзе, И.В.Рубцов, В.П.Савушкина, В.А.Грошев. М.:МГСУ, 2010.