

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для обучающихся заочной формы обучения
по выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Геодезия»
для обучающихся II курса
направления 21.03.02 Землеустройство и кадастры
профиль Городской кадастр

Ростов – на – Дону, 2019

УДК 528.2/.5

Методические указания для обучающихся заочной формы обучения по выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Геодезия» для студентов II курса направления 21.03.02 Землеустройство и кадастры, профиль Городской кадастр. – Ростов – на – Дону: ДГТУ, 2019. – 11 с.

Расчетно-графическая работа предназначена для самостоятельной работы обучающихся по изучению учебной дисциплины в межсессионный период, даны задания, разработаны варианты и подробно пояснено выполнение всех этапов работ, приведены примеры.

Составители: ст.препод. Н.А. Калачева
ст.препод. О.А. Гугуева
ст.препод. О.В. Гермак

ВВЕДЕНИЕ

При выполнении контрольной работы студенты должны учитывать следующие требования.

Расчетно-графическую работу студенты должны выполнять в строгом соответствии с вариантом, установленным кафедрой. Работы, выполненные с нарушением порядка определения варианта, к рецензированию не принимаются.

Расчетно-графическая работа выполняется студентом на листах формата А-4 в соответствии с требованиями, предъявляемыми к оформлению письменных работ в ДГТУ. Расчетно-графическая работа должна быть выполнена аккуратно, страницы пронумерованы. В случае, когда работа выполняется на отдельных листах, они должны быть жестко скреплены или прошиты.

Работа *обязательно подписывается студентом* с проставлением даты окончания работы.

Расчетно-графическая работа подлежит обязательному рецензированию преподавателем и оценивается им словами «зачет» или «незачет».

Цель рецензирования – проконтролировать знания студента и оказать ему помощь в усвоении сложных вопросов учебной программы. Особое внимание уделяется ошибочным положениям и недостаткам, по устранению которых студент должен провести дополнительную работу.

Если расчетно-графическая работа не зачтена, то она выполняется повторно с учетом указанных в рецензии замечаний, вновь представляется на рецензию с приложением незачетной работы.

Студент допускается к промежуточной аттестации по дисциплине только при условии положительной оценки расчетно-графической работы.

Перед аттестацией преподаватель может провести собеседование по расчетно-графической работе.

Исходные данные (топографическую карту и, изображенные на ней, пункты ГГС) обучающиеся получает у преподавателя.

ЗАДАНИЕ 1

Определение координат способом прямой угловой засечки

Для определения положения межевых знаков и других пунктов геодезической сети сгущения широко применяются различного вида засечки, при которых на опорных пунктах или определяемой точке измеряют углы и расстояния, связывающие эту точку с опорными пунктами.

Задание: работу выполнить по заданным на топографической карте преподавателем данным (координаты исходных пунктов, а также измеренные углы студент определяет самостоятельно). Расчет производится строго по форме, представленной в этом задании, согласно примеру и приведенным формулам.

Постановка задачи. Вычислить координаты пункта Р, если известны координаты исходных пунктов А, В и С, и значения измеренных при них углов.

Исходные данные: координаты $X_A, Y_A, X_B, Y_B, X_C, Y_C$ точек А, В и С на топографической карте масштаба 1:2000.

Измеряемые величины: β_1 и β_2 ; β'_1 и β'_2

Определяемые параметры: координаты X_P, Y_P точки Р.

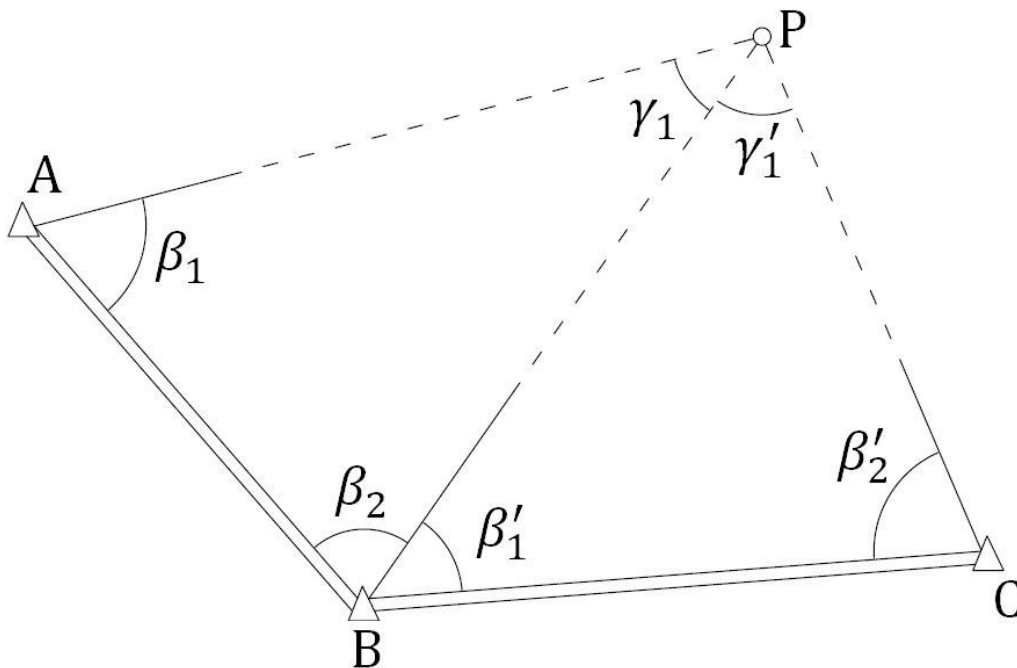


Рис.1 Схема решения прямой угловой засечки

Различают две схемы решения прямой угловой засечки:

- 1) по измеренным углам между направлением исходной стороны и направлениями на определяемый пункт;
- 2) по дирекционным углам направлений с исходных пунктов на определяемый.

Необходимо выполнить решение поставленной задачи обоими способами.

1-й способ.

Решение прямой угловой засечки методом треугольника

(по измеренным углам между направлением исходной стороны и направлениями на определяемый пункт)

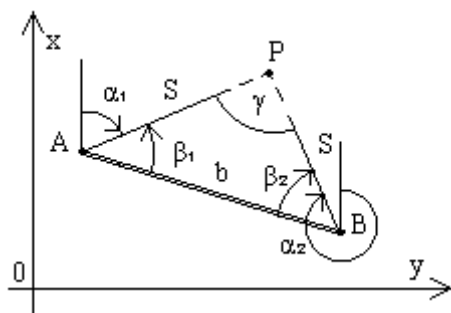


Рис.2 Пример решения прямой угловой засечки из одного треугольника

Все вычисления выполняются в таблице 2 с округлением до тысячных метра. Исходные данные заносятся в таблицу 1.

Таблица 1 – Исходные данные

| Назв. исх. пунктов | треугольники | | | |
|--------------------------|---------------|-----------|---------------|------------|
| | APB | | BPC | |
| | Координаты, м | | Координаты, м | |
| | X | Y | X | Y |
| A | | | | |
| B | | | | |
| C | | | | |
| углы | β_1 | β_2 | β_1' | β_2' |
| | | | | |

Решение задачи выполняют в следующей последовательности.

1. Вычисляют горизонтальный угол γ при определяемом пункте Р:

$$\gamma = 180^\circ - (\beta_1 + \beta_2) \quad (1)$$

2. Решают обратную геодезическую задачу между исходными пунктами А и В и находят дирекционный угол α_{AB} направления АВ и длину b линии АВ:

$$\operatorname{tg} r_{AB} = \frac{Y_B - Y_A}{X_A - X_A} = \frac{\Delta Y}{\Delta X}, r_{AB} = \operatorname{arctg} \frac{\Delta Y}{\Delta X} \quad (2)$$

где r_{AB} – румб направления АВ, откуда вычисляют значение дирекционного угла α_{AB} и длину стороны b линии АВ по формуле:

$$b = \frac{\Delta Y}{\sin \alpha_{AB}} = \frac{\Delta X}{\cos \alpha_{AB}} \quad (3)$$

3. По теореме синусов вычисляют длины других сторон треугольника:

$$d_{AP} = \frac{d_{AB} \cdot \sin \beta_2}{\sin \gamma}, d_{BP} = \frac{d_{AB} \cdot \sin \beta_1}{\sin \gamma} \quad (4)$$

4. Далее вычисляют длины сторон АР (S_1) и ВР (S_2), используя теорему синусов для треугольника АРВ:

$$\frac{b}{\sin \gamma} = \frac{S_1}{\sin \beta_2} = \frac{S_2}{\sin \beta_1} \quad (5)$$

5. Вычисляют дирекционные углы α_1 и α_2 :

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \alpha_{AB} - \beta_1 [+360^\circ] \\ \alpha_2 &= \alpha_{BA} + \beta_2 [-360^\circ] \end{aligned} \quad (6)$$

6. Решают прямую геодезическую задачу от пункта А к точке Р и, для контроля от пункта В к точке Р.

От пункта А:

$$\begin{aligned} \Delta X_{AP} &= S_1 \cos \alpha_1, \\ \Delta Y_{AP} &= S_1 \sin \alpha_1, \\ X'_P &= X_A + \Delta X_{AP}, \\ Y'_P &= Y_A + \Delta Y_{AP} \end{aligned} \quad (7)$$

От пункта В:

$$\begin{aligned} \Delta X_{BP} &= S_2 \cos \alpha_2, \\ \Delta Y_{BP} &= S_2 \sin \alpha_2, \end{aligned} \quad (8)$$

$$X_P^{//} = X_B + \Delta X_{BP},$$

$$Y_P^{//} = Y_B + \Delta Y_{BP}$$

7. Вычисляют окончательное значение координат пункта Р как среднее из значений двух координат:

$$X_{P\text{ ср}} = \frac{X_P' + X_P^{//}}{2},$$

$$Y_{P\text{ ср}} = \frac{Y_P' + Y_P^{//}}{2} \quad (9)$$

Таблица 2 – Решение прямой угловой засечки методом треугольника (треугольник АРВ)

| №п/п | Элементы формул | Вычисления | № п/п | Элементы формул | Вычисления |
|------|-------------------------|------------|-------|-------------------|------------|
| 1 | Y_B | | 19 | ΔX_{BP} | |
| 2 | Y_A | | 20 | ΔY_{BP} | |
| 3 | ΔY_{AB} | | 21 | X_P'' | |
| 4 | X_B | | 22 | Y_P'' | |
| 5 | X_A | | 23 | $X_{P\text{ ср}}$ | |
| 6 | ΔX_{AB} | | 24 | $Y_{P\text{ ср}}$ | |
| 7 | $\text{tg} \alpha_{AB}$ | | | | |
| 8 | α_{AB} | | | | |
| 9 | b | | | | |
| 10 | γ | | | | |
| 11 | S_1 | | | | |
| 12 | S_2 | | | | |
| 13 | α_{AP} | | | | |
| 14 | α_{BP} | | | | |
| 15 | ΔX_{AP} | | | | |
| 16 | ΔY_{AP} | | | | |
| 17 | X_P' | | | | |
| 18 | Y_P' | | | | |

7. Аналогично решается засечка в треугольнике ВРС. Результаты вычислений приводятся в таблице 3.

Таблица 3 – Решение прямой угловой засечки методом треугольника (треугольник ВРС)

| №п/п | Элементы формул | Вычисления | № п/п | Элементы формул | Вычисления |
|------|--------------------------|------------|-------|-----------------|------------|
| 1 | Y_B | | 19 | ΔX_{BP} | |
| 2 | Y_C | | 20 | ΔY_{BP} | |
| 3 | ΔY_{BC} | | 21 | X_P'' | |
| 4 | X_B | | 22 | Y_P'' | |
| 5 | X_C | | 23 | X_P | |
| 6 | ΔX_{BC} | | 24 | Y_P | |
| 7 | $tg \acute{\alpha}_{BC}$ | | | | |
| 8 | $\acute{\alpha}_{BC}$ | | | | |
| 9 | b' | | | | |
| 10 | γ' | | | | |
| 11 | S_2 | | | | |
| 12 | S_3 | | | | |
| 13 | $\acute{\alpha}_{BP}$ | | | | |
| 14 | $\acute{\alpha}_{CP}$ | | | | |
| 15 | ΔX_{CP} | | | | |
| 16 | ΔY_{CP} | | | | |
| 17 | X_P' | | | | |
| 18 | Y_P' | | | | |

Окончательное значение координат пункта Р вычисляется как среднее из двух значений координат в обеих таблицах, и записывается ниже.

8. Зная погрешность измерения углов $m_{\beta}=2''$ вычисляют погрешность в положении пункта Р:

$$M_P = \frac{b \cdot m_b}{\rho \cdot \sin \gamma} \sqrt{\sin^2 \beta_1^2 + \sin^2 \beta_2^2} \quad (10)$$

где b – базис засечки. В нашем примере $b = d_{AB}$, $\rho=206265''$.

Как следует из формулы (10), погрешность положения точки Р, определяемой прямой однократной засечкой, зависит не только от точности угловых измерений но и от формы и размеров треугольника. Наиболее выгодной формой является треугольник, у которого угол γ при т. Р близок к 90° ; поэтому в прямой угловой засечке угол γ не должен быть меньше 30° и более 150° .

Так как (при наличии трех исходных пунктов) координаты точки Р определяются дважды из независимых решений треугольников АВР и ВСР, это обеспечивает надежный контроль угловых измерений и вычислений.

При этом расхождение между координатами т. Р, найденные из двух определений, должны удовлетворять условию:

$$\Delta = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \leq 3M_P \quad (11)$$

где

$$\begin{aligned} \Delta X &= X' - X'' \\ \Delta Y &= Y' - Y'' \\ M_P &= \sqrt{M_{P_1}^2 + M_{P_2}^2} \end{aligned} \quad (12)$$

где M_{P_1} и M_{P_2} – средние квадратические погрешности положения пункта Р по двум определениям (из двух треугольников), X' и X'' ; Y' и Y'' – координаты пункта Р по двум определениям (из двух треугольников).

При допустимом расхождении за окончательное значение координат т. Р принимают среднее арифметическое их значений из двух определений.

2-й способ Решение прямой угловой засечки по формулам Юнга

Формулы Юнга

Применительно к схеме засечки (треугольник АРВ), изображенной на рис 1, формулы имеют вид:

$$\begin{aligned} X_P &= \frac{x_A \operatorname{ctg} \beta_2 + x_B \operatorname{ctg} \beta_1 - y_1 + y_2}{\operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \beta_2} \\ Y_P &= \frac{y_A \operatorname{ctg} \beta_2 + y_B \operatorname{ctg} \beta_1 + x_1 - x_2}{\operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \beta_2} \end{aligned} \quad (13)$$

Для контроля правильности решения прямой угловой засечки по координатам точки В и полученным координатам точки Р вычисляют координаты точки А, которые должны быть равны исходным координатам:

$$X_A = \frac{x_B \operatorname{ctg} \gamma + x_P \operatorname{ctg} \beta_2 + y_P - y_B}{\operatorname{ctg} \gamma + \operatorname{ctg} \beta_2} \quad (14)$$

$$Y_A = \frac{y_B \operatorname{ctg} \gamma + y_P \operatorname{ctg} \beta_2 - x_P + x_B}{\operatorname{ctg} \gamma + \operatorname{ctg} \beta_2}$$

Решение по формулам Юнга оформляют в специальном формуляре (таблица 5).

Длины сторон А-В, В-Р, и А-Р можно получить по координатам точек А, В, Р, решая обратные геодезические задачи.

В таблице 4 приведено решение прямой угловой засечки по формулам Юнга согласно схеме на рис.1 по двум треугольникам АВР и ВРС. Цифры в скобках означают последовательность операций

Таблица 4 – Решение прямой угловой засечки по формулам Юнга

| Название пунктов | Углы β_1 β_2 | Абсциссы пунктов, м | $\operatorname{ctg} \beta_1$ $\operatorname{ctg} \beta_2$ $\operatorname{ctg} \gamma$ | Ординаты пунктов, м |
|------------------|--|------------------------|---|------------------------|
| | $\gamma = 180^\circ - (\beta_1 + \beta_2)$ | | | |
| (1)А | (4) 37°46'37" | (6) 6469.91 | (11) 0.622533 | (8) 6.068.51 |
| (2)В | (5) 58 05 44 | (7) 2449.93 | (12) 1.290264 | (9) 5065.41 |
| (3)Р | (10) 84 07 39 | (14) 3233.88 | (13) 1.912817 | (15) 7493.49 |
| | 180 00 00 | | | |
| В | 74 18 12 | 2449.93 | 1.862714 | 5065.41 |
| С | 28 13 45 | -1936.47 | 0.281025 | 7978.67 |
| Р | 77 28 03 | 3233.87 | 2.143739 | 7439.46 |

Окончательное значение координат определяемого пункта вычисляется как среднее:

$$X_P = 3233,88 \text{ м}; Y_P = 7493,48 \text{ м}$$

Прежде, чем определять окончательное значение координат пункта Р необходимо выполнить контроль правильность решения прямой угловой засечки по формулам (14), заполнив таблицу 5:

Таблица5

| Название пунктов | Обозначение углов | Значение углов | Котангенсы углов | Координаты | |
|---------------------|----------------------|-------------------|---------------------|------------|---|
| | | | | X | Y |
| В | β_2 | | | | |
| Р | γ | | | | |
| А | | | | | |

Ниже таблицы делаю вывод: координаты точки А равны/неравны заданным, следовательно решение правильное/неправильное.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. М.: Недра, 1985.
2. Куштин, И.Ф. Геодезия: обработка результатов измерений: учеб. пособие. – М.: Издательский центр "МарТ", 2006.
3. Селиханович В.Г. Геодезия. Ч.2. – М.: Недра, 1981.
4. Селиханович В.Г., Козлов В.П., Логвинова Г.П. Практикум по геодезии. – М.: Недра, 1978.
5. Туполева, Г.К. Геодезические работы при ведении кадастра. Практические задания и решения: учебное пособие. – ЭБС НТБ ДГТУ [<https://ntb.donstu.ru>].