

Итоговая работа. Часть 1

«Разработка программы для решения прямой и обратной геодезической задачи в среде Excel»

1. *Написать программу, осуществляющую перевод градусов в формате ГГММСС (Градусы, минуты, секунды) в формат десятичных градусов (deg)*

Пример работы программы:

Программа 1. Перевод градусов в формате ГГММСС (Градусы, минуты, секунды) в формат десятичных градусов (deg)		
Введите градусы, минуты, секунды		
Градусы (°)	Минуты (')	Секунды (")
62	25	32
Десятичные градусы (deg):		
62,42555556		

Рис. 1. Пример работы программы п. 1

2. *Написать программу, осуществляющую обратный перевод градусов. Из десятичных градусов (deg) в формат ГГММСС (Градусы, минуты, секунды)*

Пример работы программы:

Программа 2. Перевод перевод градусов из десятичных градусов (deg) в формат ГГММСС (Градусы, минуты, секунды)		
Введите десятичные градусы (deg):		
78,98965000		
Градусы (°)	Минуты (')	Секунды (")
78	59	22,74

Рис. 2. Пример работы программы п. 2

3. Написать программу для решения прямой геодезической задачи (ПГЗ)

Ниже представлены формулы, теоретическое обоснование и пример решения ПГЗ

Решение **прямой геодезической задачи** выполняется по формулам:

$$\left. \begin{aligned} X_B &= X_A + \Delta X \\ Y_B &= Y_A + \Delta Y \end{aligned} \right\} (1)$$

где $\Delta X, \Delta Y$ называются приращениями координат и определяются из решения прямоугольного треугольника $AA'B$:

$$\left. \begin{aligned} \Delta X &= d \cos \alpha \\ \Delta Y &= d \sin \alpha \end{aligned} \right\} (2)$$

Знаки приращений координат ($\Delta X, \Delta Y$) зависят от четверти, в которой находится заданное направление и определяются по формулам 2, с помощью рисунка приведенного выше, или с помощью таблицы

Четверть	Значение дирекционного угла	Название румба	Связь между румбами и дирекционными углами	Знаки приращения координат	
				ΔX	ΔY
1	$0^\circ - 90^\circ$	СВ	$r = \alpha$	+	+
2	$90^\circ - 180^\circ$	ЮВ	$r = 180^\circ - \alpha$	-	+
3	$180^\circ - 270^\circ$	ЮЗ	$r = \alpha - 180^\circ$	-	-
4	$270^\circ - 360^\circ$	СЗ	$r = 360^\circ - \alpha$	+	-

Пример решения прямой геодезической задачи

Дано: координаты точки А равны $X_A = 25\text{м}$, $Y_A = 140\text{м}$, горизонтальное проложение линии $d_{AB} = 124\text{м}$, дирекционный угол линии АВ равен $\alpha_{AB} = 217^\circ 14' 23''$

Найти: координаты точки В ($X_B = ?$, $Y_B = ?$)

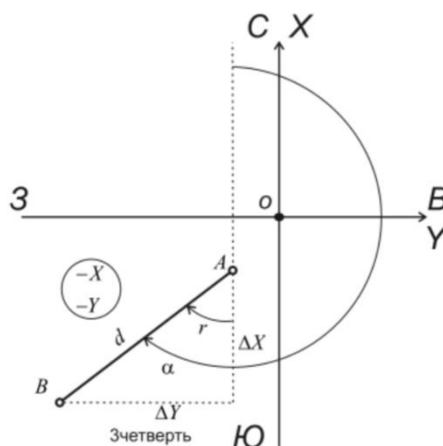
Решение:

1) определяем приращения координат

$$\Delta X = d \cos \alpha = 124\text{м} \times \cos 217^\circ 14' 23'' = 124\text{м} \times (-0,7961) = -98,72\text{м}$$

$$\Delta Y = d \sin \alpha = 124\text{м} \times \sin 217^\circ 14' 23'' = 124\text{м} \times (-0,6052) = -75,04\text{м}$$

знаки приращений координат говорят о том, что заданное направление находится в 3 четверти



2) определяем координаты точки В

$$X_B = X_A + \Delta X = 25\text{м} - 98,72\text{м} = -73,72\text{м}$$

$$Y_B = Y_A + \Delta Y = 140\text{м} - 75,04\text{м} = 64,96\text{м}$$

Пример работы программы:

Программа 3. Программа для решения прямой геодезической задачи (ПГЗ)		
Введите X _A :		25
Введите Y _A :		140
Введите горизонтальное проложение линии (d):		124
Введите дирекционный угол:		
Градусы (°)	Минуты (')	Секунды (")
217	14	23
Значения приращений:		
$\Delta X = -98,71771043$		
$\Delta Y = -75,03874764$		
Координаты точки В:		
$X_B = -73,71771043$		
$Y_B = 64,96125236$		

Рис. 3. Пример работы программы п. 3

По умолчанию Excel считает тригонометрические функции в радианах, нам же нужно считать их от градусов(!), для этого воспользуемся формулой:

`COS(РАДИАНЫ(R8)))`

Рис. 4. Реализация перевода градусов в радианы в Excel

Где R8 — это адрес ячейки с десятичными градусами (deg), а РАДИАНЫ - встроенная функция для перевода градусов в радианы. В данном случае - берется косинус от десятичных градусов, записанных в ячейку R8.

4. Написать программу для решение обратной геодезической задачи (ОГЗ)

Ниже представлены формулы, теоретическое обоснование и пример решения ОГЗ

Решение **обратной геодезической задачи** выполняется в следующем порядке:

1) вычисляют приращения координат

$$\Delta X = X_B - X_A$$

$$\Delta Y = Y_B - Y_A$$

2) из решения прямоугольного треугольника $AB'B$ определяют румб линии r_{AB} :

$$\text{tgr} = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$$

откуда

$$r = \arctg \left| \frac{\Delta Y}{\Delta X} \right|$$

3) по знакам приращений координат ($\Delta X, \Delta Y$) с помощью таблицы определяют в какой четверти находится заданное направление и по известному румбу линии (r_{AB}) определяют дирекционный угол линии α_{AB}

Четверть	Значение дирекционного угла	Название румба	Связь между румбами и дирекционными углами	Знаки приращения координат	
				ΔX	ΔY
1	$0^\circ - 90^\circ$	СВ	$r = \alpha$	+	+
2	$90^\circ - 180^\circ$	ЮВ	$r = 180^\circ - \alpha$	-	+
3	$180^\circ - 270^\circ$	ЮЗ	$r = \alpha - 180^\circ$	-	-
4	$270^\circ - 360^\circ$	СЗ	$r = 360^\circ - \alpha$	+	-

4) определяют горизонтальное проложение (длину линии)

$$d = \frac{\Delta X}{\cos \alpha}$$

$$d = \frac{\Delta Y}{\sin \alpha}$$

$$d = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$$

Горизонтальное проложение линии может быть вычислено трижды, что является хорошим контролем вычислений.

Пример решения обратной геодезической задачи

Дано: координаты точек A и B равны

$$\begin{aligned}X_A &= 247,32\text{м} \\Y_A &= 870,54\text{м} \\X_B &= 705,65\text{м} \\Y_B &= -567,83\text{м}\end{aligned}$$

Найти: горизонтальное проложение и дирекционный угол линии AB
($d_{AB} - ?$, $\alpha_{AB} - ?$)

Решение:

- 1) определяем приращения координат

$$\begin{aligned}\Delta X &= X_B - X_A = 705,65 - 247,32 = 458,33\text{м} \\ \Delta Y &= Y_B - Y_A = -567,83 - 870,54 = -1438,37\text{м}\end{aligned}$$

- 2) определяем румб линии AB

$$r = \arctg \left| \frac{\Delta Y}{\Delta X} \right| = \arctg \left| \frac{-1438,37}{458,33} \right| = \arctg |-3,13829| = 72,325759^\circ = 72^\circ 19' 33''$$

3) по знакам приращений координат (числитель ΔY имеет знак минус, знаменатель ΔX имеет знак плюс), пользуясь таблицей связи румбов и дирекционных углов, определяем, что заданное направление находится в 4 четверти и румб линии AB равен $r_{AB} = C3 : 72^\circ 19' 33''$

- 4) Для 4 четверти, пользуясь таблицей, определяем, что румб находится по формуле

$$r = 360^\circ - \alpha$$

Переписав формулу румба (переносим правую и левую части формулы с изменением знака), дирекционный угол найдем по формуле:

$$r = 360^\circ - \alpha \Rightarrow \alpha = 360^\circ - r = 360^\circ - 72^\circ 19' 33'' = 287^\circ 40' 27''$$

- 5) определяем горизонтальное проложение линии AB

$$\begin{aligned}d &= \frac{\Delta X}{\cos \alpha} = \frac{458,33}{\cos 287^\circ 40' 27''} = \frac{458,33}{0,3036035} = 1509,63\text{м} \\ d &= \frac{\Delta Y}{\sin \alpha} = \frac{-1438,37}{\sin 287^\circ 40' 27''} = \frac{-1438,37}{-0,9527985} = 1509,63\text{м} \\ d &= \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{458,33^2 + (-1438,37)^2} = 1509,63\text{м}\end{aligned}$$

Программу оформить по вышеизложенному примеру решения (по аналогии с тем, как оформлена прошлая программа для решения ПГЗ).

Обратите внимание, что в этой задаче **нужно** обращать внимание на знаки приращений ΔX и ΔY (см. таблицу на стр. 4). От этого будет зависеть значение дирекционного угла. Поэтому следует написать группу условий, которые будут определять, к какой четверти относится румб и уже в зависимости от этого вычислять дирекционный угол (Можно реализовать с помощью функции ЕСЛИ и подобным ей).

Онлайн калькуляторы для решения прямой и обратной задачи (для проверки правильности работы программы):

<http://sitegeodesy.com/prgeozadachaonline.html>

<http://sitegeodesy.com/obgeozadachaonline.html>