

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Севастопольский государственный университет»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к выполнению лабораторной работы №5  
по дисциплине  
«Геоинформатика»**

для студентов всех форм обучения направления подготовки  
09.03.02 «Информационные системы и технологии»  
профиль: «Геоинформационные системы и технологии»

**Севастополь  
2017**

**Методические указания к выполнению лабораторной работы № 5 по дисциплине «Геоинформатика» для студентов всех форм обучения направления подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии» профиль: «Геоинформационные системы и технологии» /Сост. О.А. Сырых – Севастополь: СевГУ, 2017. – 7 с.**

.

Методические рекомендации рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Информационные системы» (протокол № 1 от « 29» августа 2016 г.)

## Лабораторная работа №5

### Исследование методов определения направлений на картах.

#### Цель:

- изучить методы определения направлений на картах;
- приобрести практические навыки определения направлений на картах.

**Время:** 2 часа

**Исходные данные к работе:** картографический материал.

**Лабораторное оборудование:** персональные компьютеры, офисный пакет приложений Microsoft Office

### Краткие теоретические сведения

#### Ориентирование направлений

Ориентировать линию – значит определить ее направление относительно сторон горизонта или какого-либо другого направления, принимаемое за начальное.

За начальное направление в геодезии обычно берут направление географического или магнитного меридиана, а также северное направление вертикальной линии километровой сетки (параллельной, как известно, осевому меридиану зоны Гаусса- Крюгера).

В зависимости от начального направления различают так называемые ориентировочные углы - азимуты (географический и магнитный), дирекционные углы, румбы.

**Географическим (истинным) азимутом (А)** называют угол, отсчитываемый от северного направления географического (истинного) меридиана по ходу часовой стрелки до заданного направления (в пределах от 0° до 360°).

**Магнитным азимутом (А<sub>м</sub>)** называют угол, отсчитываемый от северного направления магнитного меридиана по ходу часовой стрелки до заданного направления (в пределах от 0° до 360°).

Положение географических и магнитных полюсов на земном шаре различно, поэтому магнитный меридиан не совпадает обычно с географическим. Угол между географическим и магнитным меридианами называется магнитное склонение ( $\delta$ ). Если магнитный меридиан отклоняется от истинного меридиана к востоку, то  $\delta$  называют восточным (+ положительным), к западу – западным (- отрицательным).

**Дирекционным углом (а)** называют угол, отсчитываемый от северного направления осевого меридиана зоны (или вертикальных линий километровой сетки) по ходу часовой стрелки до заданного направления (в пределах от 0° до 360°).

Осевой и географический меридианы могут не совпадать. Угол между северным направлением географического меридиана и линией километровой сетки называется углом сближения меридианов ( $\gamma$ ). Если линия километровой сетки отклоняется от истинного меридиана к востоку, то  $\gamma$  называют восточным (+ положительным), к западу – западным (- отрицательным).

Сведения о величине углов сближения меридианов и магнитного склонения приводятся под южной рамкой карты.

**Истинный румб линии** – острый горизонтальный угол, отсчитываемый от ближайшего направления истинного меридиана (северного или южного) до данной линии

Зависимость между дирекционными углами (азимутами) и румбами определяется для четвертей по следующим формулам:

I четверть (СВ)  $r = \alpha$

II четверть (ЮВ)  $r = 180^\circ - \alpha$

III четверть (ЮЗ)  $r = \alpha - 180^\circ$

IV четверть (СЗ)  $r = 360^\circ - \alpha$

### Прямая и обратная геодезические задачи

В геодезии часто приходится передавать координаты с одной точки на другую. Например, зная исходные координаты точки  $A$  (рис.1), горизонтальное расстояние  $S_{AB}$  от неё до точки  $B$  и направление линии, соединяющей обе точки (дирекционный угол  $\alpha_{AB}$  или румб  $r_{AB}$ ), можно определить координаты точки  $B$ . В такой постановке передача координат называется прямой геодезической задачей.

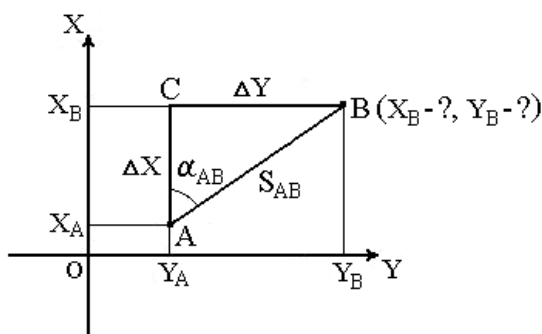


Рис. 1. Прямая геодезическая задача

Обратная геодезическая задача заключается в том, что при известных координатах точек  $A$  ( $X_A$ ,  $Y_A$ ) и  $B$  ( $X_B$ ,  $Y_B$ ) необходимо найти длину  $S_{AB}$  и направление линии  $AB$ : румб  $r_{AB}$  и дирекционный угол  $\alpha_{AB}$  (рис.2).

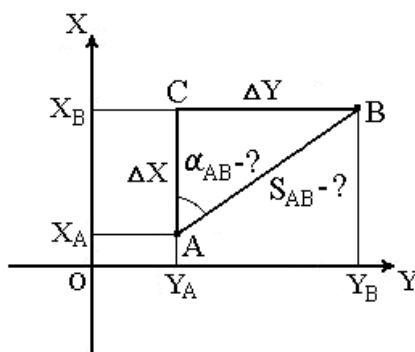


Рис. 2. Обратная геодезическая задача

### Программа и порядок выполнения

**Задание 1.** Выбрать 10 контрольных точек, определить направление из одной точки в другую. Измерить дирекционный угол движения (из 1 во 2, из 2 в 3, ..., из 10 в 1). Вычислить истинный и магнитный азимуты. Вычислить румбы направлений по азимутам. Результаты оформить в таблице 1.

Результаты измерений оформить в таблицу:

Таблица 1

№ точек	Координаты точек	Дирекционный угол	Истинный азимут	Истинный румб	Магнитный азимут	Магнитный румб
1-2						
...						
10-1						

**Рекомендации по выполнению задания.** Для измерения дирекционного угла линии ее продолжают до пересечения с ближайшей вертикальной линией километровой сетки или через начальную ее точку проводят прямую, параллельную вертикальной линии сетки. Затем с помощью транспортира измеряют угол от северного конца линии сетки до данного направления по ходу часовой стрелки.

Вычисления истинного и магнитного азимуты проводят по формулам

$$A_H = \alpha + \gamma,$$

$$A_u = A_M + \delta_{\text{восм}}, \quad A_u = A_M - \delta_{\text{зан}}$$

с учетом магнитного склонения и сближения меридианов, указанных на карте.

**Задание 2.** Определить истинный азимут  $A_H$ , и дирекционный угол  $\alpha$ , если известны величины магнитного азимута  $A_M$ , магнитного склонения  $\delta$  и сближения меридианов  $\gamma$  (табл. 2).

Таблица 2

Вариант	$A_M$	$\delta$	$\gamma$	№	$A_M$	$\delta$	$\gamma$
1	256 ° 15'	-12 ° 55'	+1 ° 30'	16	81 ° 35'	-12 ° 10'	-1 ° 15'
	357 ° 30'	+9 ° 30'	-2 ° 30'		12 ° 40'	+8 ° 00'	-2 ° 45'
	7 ° 30'	-10 ° 45'	+1 ° 45'		193 ° 15'	-5 ° 55'	+2 ° 30'
2	8 ° 45'	+15 ° 30'	+2 ° 15'	17	275 ° 30'	-7 ° 15'	+2 ° 10'
	355 ° 00'	-11 ° 30'	-2 ° 30'		2 ° 45'	-5 ° 50'	-1 ° 55'
	185 ° 15'	+10 ° 10'	-1 ° 15'		306 ° 25'	-4 ° 10'	-1 ° 05'
3	98 ° 10'	+7 ° 15'	-2 ° 10'	18	293 ° 15'	+3 ° 40'	-3 ° 00'
	105 ° 40'	+4 ° 20'	+1 ° 40'		201 ° 00'	-7 ° 00'	-2 ° 05'
	134 ° 30'	-1 ° 30'	-2 ° 50'		7 ° 25'	-9 ° 15'	+1 ° 40'
4	182 ° 15'	+4 ° 20'	-2 ° 30'	19	359 ° 10'	+8 ° 15'	+1 ° 45'
	175 ° 45'	+1 ° 50'	-2 ° 10'		140 ° 00'	-6 ° 00'	-2 ° 00'
	210 ° 10'	+8 ° 30'	-2 ° 30'		154 ° 30'	-9 ° 30'	-2 ° 15'
5	273 ° 55'	-7 ° 45'	+2 ° 45'	20	215 ° 30'	-11 ° 00'	+3 ° 05'
	324 ° 40'	+4 ° 30'	-3 ° 00'		347 ° 10'	-12 ° 30'	+3 ° 20'
	35 ° 50'	-14 ° 15'	+2 ° 45'		9 ° 45'	+4 ° 15'	-1 ° 30'
6	165 ° 25'	-11 ° 45'	+2 ° 40'	21	237 ° 15'	-7 ° 45'	+1 ° 15'
	358 ° 45'	+8 ° 30'	-1 ° 30'		342 ° 50'	+6 ° 40'	+3 ° 00'
	8 ° 15'	-11 ° 45'	+2 ° 45'		135 ° 40'	-3 ° 15'	+2 ° 10'
7	9 ° 45'	+5 ° 15'	+3 ° 30'	22	8 ° 45'	+15 ° 30'	+2 ° 15'
	358 ° 00'	-7 ° 30'	-3 ° 15'		355 ° 00'	-11 ° 30'	-2 ° 30'
	275 ° 15'	+9 ° 10'	-2 ° 45'		185 ° 15'	+10 ° 10'	-1 ° 15'
8	189 ° 10'	+8 ° 15'	-3 ° 10'	23	3 ° 30'	-5 ° 40'	+2 ° 45'
	130 ° 40'	+5 ° 20'	+2 ° 10'		356 ° 10'	-2 ° 10'	-1 ° 25'
	142 ° 30'	-11 ° 30'	-2 ° 15'		191 ° 25'	+2 ° 45'	-3 ° 10'
9	128 ° 25'	+3 ° 40'	-1 ° 30'	24	256 ° 15'	-12 ° 55'	+1 ° 30'
	157 ° 50'	+11 ° 50'	-1 ° 10'		357 ° 30'	+9 ° 30'	-2 ° 30'
	120 ° 10'	+8 ° 30'	-2 ° 30'		7 ° 30'	-10 ° 45'	+1 ° 45'
10	237 ° 15'	-7 ° 45'	+1 ° 15'	25	98 ° 10'	+7 ° 15'	-2 ° 10'
	342 ° 50'	+6 ° 40'	+3 ° 00'		105 ° 40'	+4 ° 20'	+1 ° 40'
	135 ° 40'	-3 ° 15'	+2 ° 10'		134 ° 30'	-1 ° 30'	-2 ° 50'
11	8 ° 50'	-12 ° 50'	+1 ° 15'	26	128 ° 25'	+3 ° 40'	-1 ° 30'
	6 ° 40'	+13 ° 30'	+3 ° 20'		157 ° 50'	+11 ° 50'	-1 ° 10'
	359 ° 10'	+9 ° 30'	-2 ° 10'		120 ° 10'	+8 ° 30'	-2 ° 30'
12	350 ° 40'	+11 ° 20'	-1 ° 50'	27	126 ° 00'	-8 ° 00'	+3 ° 55'
	152 ° 20'	+10 ° 25'	+3 ° 15'		15 ° 25'	-8 ° 05'	+2 ° 35'
	6 ° 30'	-13 ° 10'	-3 ° 10'		311 ° 10'	+7 ° 25'	+2 ° 40'
13	96 ° 40'	+6 ° 00'	-1 ° 25'	28	273 ° 55'	-7 ° 45'	+2 ° 45'
	182 ° 50'	-3 ° 55'	+1 ° 30'		324 ° 40'	+4 ° 30'	-3 ° 00'
	268 ° 40'	-8 ° 40'	+2 ° 05'		35 ° 50'	-14 ° 15'	+2 ° 45'
14	3 ° 30'	-5 ° 40'	+2 ° 45'	29	165 ° 25'	-11 ° 45'	+2 ° 40'
	356 ° 10'	-2 ° 10'	-1 ° 25'		358 ° 45'	+8 ° 30'	-1 ° 30'
	191 ° 25'	+2 ° 45'	-3 ° 10'		8 ° 15'	-11 ° 45'	+2 ° 45'

**Задание 3.** Разработать маршрут движения через 10 произвольных точек, указав азимуты (истинный) и длины направлений. Построить три маршрута. Оформить в виде таблицы 2.

Таблица 2

**Пример построения маршрутов**

Вариант	Маршрут А		Маршрут Б		Маршрут В	
	Азимуты сторон	Длины сторон (м)	Азимуты сторон	Длины сторон (м)	Азимуты сторон	Длины сторон (м)
1-2	80 °	8000	90 °	6000	45 °	3000
2-3	145 °	5800	20 °	3000	180 °	6400
3-4	240 °	6700	130 °	3400	253 °	4000
4-5	0 °	4400	0 °	5600	115 °	8800

**Задание 4.** Выбрать на карте две произвольные точки  $A$  и  $B$ . Решить прямую геодезическую задачу относительно точки  $B$  (Координаты точки  $A$ , расстояние между точками и дирекционный угол измерить на карте). Результаты вычислений проверить по карте, сделать выводы. Решение задачи оформить в виде таблицы 3.

**Провести вычисления для пяти пар точек.**

Таблица 3

Координаты точки $A$	Расстояние	Дирекционный угол	Вычисленные координаты точки $B$	Координаты точки $B$ на карте
----------------------	------------	-------------------	----------------------------------	-------------------------------

**Рекомендации по выполнению задания.**

Дано: Точка  $A$  ( $X_A, Y_A$ ),  $S_{AB}$  и  $\alpha_{AB}$ .

Найти: точку  $B$  ( $X_B, Y_B$ ).

Непосредственно из рисунка 1 имеем:

$$\Delta X = X_B - X_A;$$

$$\Delta Y = Y_B - Y_A.$$

Разности  $\Delta X$  и  $\Delta Y$  координат точек последующей и предыдущей называются приращениями координат. Они представляют собой проекции отрезка  $AB$  на соответствующие оси координат. Их значения находятся из прямоугольного треугольника  $ABC$ :

$$\Delta X = S_{AB} \cos \alpha_{AB};$$

$$\Delta Y = S_{AB} \sin \alpha_{AB}.$$

Вычислив приращения координат, находим искомые координаты другой точки:

$$X_B = X_A + \Delta X;$$

$$Y_B = Y_A + \Delta Y.$$

Таким образом, координаты любого числа точек находятся по правилу: координаты последующей точки равны координатам предыдущей точки плюс соответствующие приращения.

**Задание 5.** Выбрать на карте две произвольные точки  $A$  и  $B$ . Решить обратную геодезическую задачу. Результаты вычислений проверить по карте, сделать выводы.

Решение задачи оформить в виде таблицы 4.

**Провести вычисления для пяти пар точек.**

Таблица 4

Координаты точки А	Координаты точки В	Расстояние	Дирекционный угол	Расстояние, измеренное по карте	Дирекционный угол, измеренный по карте
--------------------	--------------------	------------	-------------------	---------------------------------	--

**Рекомендации по выполнению задания.** Данная задача решается следующим образом. Сначала находится приращение координат (рис. 2):

$$\begin{aligned}\Delta X &= X_B - X_A ; \\ \Delta Y &= Y_B - Y_A .\end{aligned}$$

Величина угла  $r_{AB}$  определяется из отношения

$$\frac{\Delta Y}{\Delta X} = \operatorname{tg} r_{AB}$$

По знакам приращений координат вычисляется четверть, в которой располагается румб, и его название. Используя зависимость между дирекционными углами и румбами, находится  $\alpha_{AB}$ .

Для контроля расстояние  $S_{AB}$  дважды вычисляется по формулам:

$$S_{AB} = \frac{\Delta X}{\cos \alpha_{AB}} = \frac{\Delta Y}{\sin \alpha_{AB}}$$

$$S_{AB} = \frac{\Delta X}{\cos r_{AB}} = \frac{\Delta Y}{\sin r_{AB}}$$

Расстояние  $S_{AB}$  можно определить также по формуле

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

### Содержание отчета

Отчет по выполняемой лабораторной работе выполняется каждым студентом индивидуально в тетради или на листах формата А4 в рукописном или машинном варианте исполнения и должен содержать:

- название работы;
- цель и задачи исследований;
- выполненные задания;
- выводы по работе.

### Контрольные вопросы

1. Ориентирование линий
2. Дирекционный угол
3. Румб
4. Зависимость между дирекционными углами и румбами
5. Истинный азимут
6. Угол сближения меридианов
7. Зависимость между истинным азимутом и дирекционным углом
8. Магнитный азимут
9. Магнитное склонение
10. Прямая геодезическая задача
11. Обратная геодезическая задача