

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ І ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет лісового і садово-паркового господарства

Кафедра геодезії, картографії та кадастру

Кононенко С.І., Шемякін М.В.

ГЕОДЕЗІЯ

ПРЯМА ТА ОБЕРНЕНА ГЕОДЕЗИЧНІ ЗАСІЧКИ

Методичні вказівки для практичних занять та самостійної роботи студентам
спеціальності 193 геодезія та землеустрій

Умань – 2019

Кононенко С.І., Шемякін М.В. Геодезія. Пряма та обернена геодезичні засічки
// Методичні вказівки для практичних занять та самостійної роботи студентам
спеціальності 193 геодезія та землеустрій. Умань: Уманський НУС, 2019. 14 с.

Рецензенти:

Балабак А.Ф. – доктор с.-г. наук, професор (Уманський НУС)

Побережець І.І. – кандидат с.-г наук, доцент (Уманський НУС)

Рекомендовано до видання науково-методичною комісією факультету лісового і
садово-паркового господарства

©С.І. Кононенко

М.В. Шемякін 2019 р.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ.....	5
1. Визначення координат прямою засічкою	6
2. Обчислення координат опознаку, визначених оберненою засічкою за формулами Праніс-Праневича	9
Література.....	13

Вступ

При виконанні геодезичних знімачь часто виникають ситуації, коли координати точки не визначають безпосередньо, а обчислюють за допомогою посередніх вимірювань. Такі дії виконують за допомогою засічок.

Визначення координат точки за двома відомими точками та вимірними в цих точках кутами називають однократною прямою кутовою засічкою. Коли таких точок більше, то однократна пряма кутова засічка стає багатократною.

Якщо маємо три точки з відомими координатами, а координати четвертої точки необхідно визначити і теодоліт встановлюють тільки в шуканій точці та вимірюють два кути між напрямками на відомі точки, то така задача називається оберненою одноразовою кутовою засічкою.

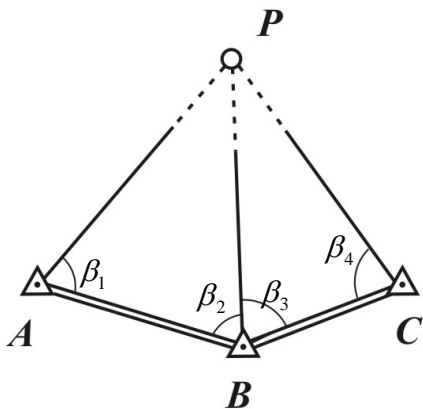
У методичних вказівках наведено послідовність обчислень координат точки прямою та оберненою засічкою.

Методичні вказівки призначені для практичних занять та самостійної роботи студентам спеціальності 193 геодезія та землеустрій.

1. Визначення координат прямою засічкою

Теоретична частина

На вихідних пунктах A і B з координатами x_A, y_A, x_B, y_B . вимірюють кути β_1 й β_2 . Рішення прямої кутової засічки проводять по формулам котангенсів кутів трикутника (формули Юнга):



$$x_P = \frac{x_A \operatorname{ctg} \beta_2 + x_B \operatorname{ctg} \beta_1 + y_B - y_A}{\operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \beta_2};$$

$$y_P = \frac{y_A \operatorname{ctg} \beta_2 + y_B \operatorname{ctg} \beta_1 + x_A - x_B}{\operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \beta_2}.$$

Для контролю аналогічні вимірювання й обчислення виконують, спираючись на іншу вихідну сторону BC . За остаточні значення координат обумовленої точки приймають середні.

Розрахункова таблиця

I трикутник	Величини	II трикутник
	X_1	
	β_2	
	$\operatorname{ctg} \beta_2$	
	$X_1 \cdot \operatorname{ctg} \beta_2$	
	X_2	
	β_1	
	$\operatorname{ctg} \beta_1$	
	$X_2 \cdot \operatorname{ctg} \beta_1$	
	Y_2	
	Y_1	
	чисельник	
	$\operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \beta_2$	
	$X_{\text{оп}}$	
xxx	$X_{\text{сер}}$	
xxx	$\Delta X = X_{\text{оп1}} - X_{\text{оп2}} $	
	$Y_2 \cdot \operatorname{ctg} \beta_1$	
	$Y_1 \cdot \operatorname{ctg} \beta_2$	
	чисельник	
	$Y_{\text{оп}}$	
xxx	$Y_{\text{сер}}$	
xxx	$\Delta Y = Y_{\text{оп1}} - Y_{\text{оп2}} $	

Роботу виконав « _____ » _____ р. _____

Роботу прийняв « _____ » _____ р. _____ Оцінка _____

Вихідні дані

	Координати, м	Вариант 1			
X_1	4185927,916	Виміряні кути			
Y_1	8210979,114		°	'	"
X_2	4182366,381	β_1	42	48	56
Y_2	8211713,306	β_2	63	08	52
X_3	4181369,862	β_3	59	20	17
Y_3	8214331,362	β_4	56	01	11

	Координати, м	Вариант 2			
X_1	4669334,393	Виміряні кути			
Y_1	8392098,002		°	'	"
X_2	4665690,901	β_1	73	36	45
Y_2	8385122,224	β_2	39	56	25
X_3	4659071,004	β_3	47	36	40
Y_3	8388948,366	β_4	71	00	35

	Координати, м	Вариант 3			
X_1	5730168,503	Виміряні кути			
Y_1	7678480,310		°	'	"
X_2	5735525,708	β_1	28	10	10
Y_2	7681418,903	β_2	60	42	25
X_3	5740619,483	β_3	56	25	45
Y_3	7677967,655	β_4	27	48	35

	Координати, м	Вариант 4			
X_1	5729620,482	Виміряні кути			
Y_1	7625443,966		°	'	"
X_2	5785024,734	β_1	84	25	46
Y_2	7525675,948	β_2	22	51	30
X_3	5561925,367	β_3	50	10	05
Y_3	7477965,155	β_4	31	00	48

	Координати, м	Вариант 5			
X_1	4971913,305	Виміряні кути			
Y_1	7711377,165		°	'	"
X_2	4978677,158	β_1	22	27	09
Y_2	7700294,473	β_2	34	22	47
X_3	4971871,285	β_3	73	47	33
Y_3	7692306,557	β_4	32	45	31

	Координати, м	Вариант 6			
X_1	4284999,775	Виміряні кути			
Y_1	6013964,194		°	'	"
X_2	4285660,372	β_1	76	03	33
Y_2	6015966,231	β_2	57	51	54
X_3	4288460,829	β_3	62	25	02
Y_3	6016562,638	β_4	58	25	10

	Координати, м	Вариант 7			
X_1	3666861,184	Виміряні кути			
Y_1	6508612,852		°	'	"
X_2	3664702,834	β_1	32	26	42
Y_2	6505354,003	β_2	56	51	30
X_3	3661603,471	β_3	53	10	22
Y_3	6506097,385	β_4	41	00	50

	Координати, м	Вариант 8			
X_1	3483587,183	Виміряні кути			
Y_1	5718424,381		°	'	"
X_2	3484126,168	β_1	81	55	27
Y_2	5715860,836	β_2	52	19	35
X_3	3481369,585	β_3	54	49	28
Y_3	5714331,388	β_4	70	10	57

	Координати, м	Вариант 9			
X_1	4476595,403	Виміряні кути			
Y_1	8716443,229		°	'	"
X_2	4480866,200	β_1	67	34	43
Y_2	8717436,711	β_2	35	58	32
X_3	4481369,499	β_3	50	08	06
Y_3	8714331,287	β_4	81	35	08

	Координати, м	Вариант 10			
X_1	3038460,928	Виміряні кути			
Y_1	6116562,671		°	'	"
X_2	3035660,384	β_1	65	30	32
Y_2	6115966,273	β_2	55	52	31
X_3	3033587,166	β_3	62	14	53
Y_3	6118424,333	β_4	56	24	14

	Координати, м	Вариант 11			
X_1	5847505,682	Виміряні кути			
Y_1	7421524,766		°	'	"
X_2	5795024,734	β_1	33	04	46
Y_2	7434875,948	β_2	57	51	54
X_3	5800922,767	β_3	38	10	5
Y_3	7475603,255	β_4	45	33	50

	Координати, м	Вариант 12			
X_1	3591490,412	Виміряні кути			
Y_1	6388787,934		°	'	"
X_2	3591147,619	β_1	67	49	18
Y_2	6387425,675	β_2	45	12	40
X_3	3590233,047	β_3	43	29	39
Y_3	6387677,965	β_4	94	30	27

	Координати, м	Вариант 13			
X_1	5191997,316	Виміряні кути			
Y_1	7175713,306		°	'	"
X_2	5171369,862	β_1	72	51	41
Y_2	7220331,362	β_2	31	00	22
X_3	5192357,481	β_3	49	26	45
Y_3	7228817,114	β_4	101	02	03

	Координати, м	Вариант 14			
X_1	3873667,393	Виміряні кути			
Y_1	5392328,002		°	'	"
X_2	3865690,901	β_1	83	26	46
Y_2	5385122,224	β_2	49	56	41
X_3	3859071,004	β_3	57	36	40
Y_3	5388998,366	β_4	90	55	35

	Координати, м	Вариант 15			
X_1	4629656,403	Виміряні кути			
Y_1	6280674,348		°	'	"
X_2	4635525,708	β_1	42	54	57
Y_2	6281418,953	β_2	50	42	25
X_3	4640619,483	β_3	86	25	45
Y_3	6277767,455	β_4	33	48	35

	Координати, м	Вариант 16			
X_1	3825619,482	Виміряні кути			
Y_1	6634449,966		°	'	"
X_2	3785024,734	β_1	65	33	46
Y_2	6525675,948	β_2	27	38	30
X_3	3561926,167	β_3	91	55	5
Y_3	6489965,255	β_4	24	45	11

	Координати, м	Вариант 17			
X_1	3979962,305	Виміряні кути			
Y_1	6710133,165		°	'	"
X_2	3978677,158	β_1	35	26	53
Y_2	6700294,473	β_2	82	22	47
X_3	3972871,285	β_3	77	12	38
Y_3	6689306,557	β_4	30	00	31

	Координати, м	Вариант 18			
X_1	5283580,775	Виміряні кути			
Y_1	7014553,194		°	'	"
X_2	5285660,372	β_1	36	40	08
Y_2	7015966,231	β_2	101	16	04
X_3	5288460,829	β_3	56	33	32
Y_3	7016562,638	β_4	48	57	28

	Координати, м	Вариант 19			
X ₁	2668779,184	Виміряні кути			
Y ₁	5505781,952		°	'	"
X ₂	2664702,834	β ₁	22	56	32
Y ₂	5505354,003	β ₂	107	21	40
X ₃	2661604,471	β ₃	53	09	20
Y ₃	5506097,385	β ₄	40	58	50

	Координати, м	Вариант 20			
X ₁	2490486,073	Виміряні кути			
Y ₁	8017220,481		°	'	"
X ₂	2484126,168	β ₁	31	08	46
Y ₂	8014860,836	β ₂	102	41	31
X ₃	2481369,585	β ₃	90	31	24
Y ₃	8013031,388	β ₄	55	25	15

	Координати, м	Вариант 21			
X ₁	3282469,703	Виміряні кути			
Y ₁	8421064,129		°	'	"
X ₂	3280866,200	β ₁	30	09	02
Y ₂	8418236,711	β ₂	100	12	33
X ₃	3281369,499	β ₃	116	42	39
Y ₃	8414341,187	β ₄	21	22	15

	Координати, м	Вариант 22			
X ₁	5088770,928	Виміряні кути			
Y ₁	5114592,671		°	'	"
X ₂	5085660,384	β ₁	31	49	28
Y ₂	5115966,273	β ₂	100	08	45
X ₃	5083587,166	β ₃	52	16	7
Y ₃	5118564,333	β ₄	45	54	14

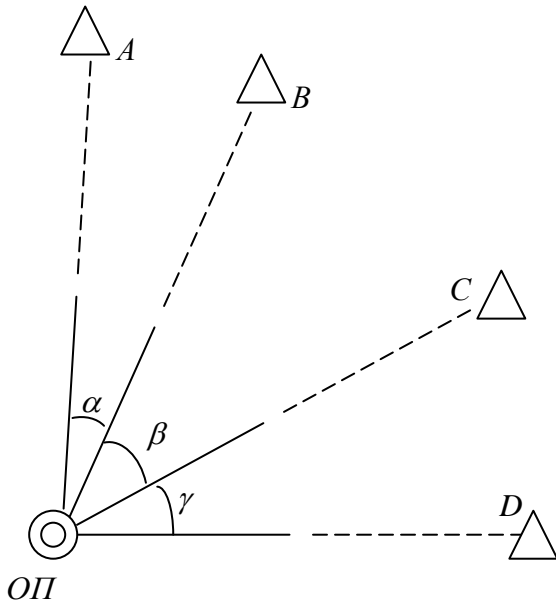
	Координати, м	Вариант 23			
X ₁	4817503,682	Виміряні кути			
Y ₁	6405129,966		°	'	"
X ₂	4795024,734	β ₁	26	5	39
Y ₂	6434885,848	β ₂	29	16	46
X ₃	4802943,067	β ₃	102	22	16
Y ₃	6474583,455	β ₄	23	30	50

	Координати, м	Вариант 24			
X ₁	4593880,412	Виміряні кути			
Y ₁	7347770,634		°	'	"
X ₂	4591147,619	β ₁	24	49	21
Y ₂	7347625,675	β ₂	115	56	25
X ₃	4589833,847	β ₃	31	19	34
Y ₃	7348374,965	β ₄	92	22	25

2. Обчислення координат опознаку, визначених оберненою засічкою за формулами Праніс-Праневича

Теоретична частина

Зворотня засічка передбачає, що на обумовленій точці P вимірюють кути β_1 й β_2 між напрямками на вихідні пункти A , B , C і D . При цьому вихідні пункти вибирають такі, щоб вони із P не виявилися на одній окружності або поблизу її. Для контролю вимірюють надлишковий кут β_3 і обчислюють координати, використовуючи іншу пару обмірюваних кутів.



Для обчислення координат використовують метод інженера Праніс-Праневича:

$$\operatorname{ctg} \Theta = \frac{(Y_2 - Y_1) \cdot \operatorname{ctg} \beta_1 - (Y_3 - Y_2) \cdot \operatorname{ctg} \beta_2 - (X_3 - X_1)}{(X_2 - X_1) \cdot \operatorname{ctg} \beta_1 - (X_3 - X_2) \cdot \operatorname{ctg} \beta_2 + (Y_3 - Y_1)}$$

контроль $(Y_2 - Y_1) + (Y_3 - Y_2) - (Y_3 - Y_1) = 0$

контроль $(X_2 - X_1) + (X_3 - X_2) - (X_3 - X_1) = 0$

$$N_1 = (Y_2 - Y_1) \cdot (\operatorname{ctg} \beta_1 - \operatorname{ctg} \Theta) - (X_2 - X_1) \cdot (1 + \operatorname{ctg} \beta_1 \cdot \operatorname{ctg} \Theta)$$

$$N_2 = (Y_3 - Y_2) \cdot (\operatorname{ctg} \beta_2 + \operatorname{ctg} \Theta) + (X_3 - X_2) \cdot (1 - \operatorname{ctg} \beta_2 \cdot \operatorname{ctg} \Theta)$$

$$N_{cp} = \frac{N_1 + N_2}{2}$$

$$\Delta X_{2-on} = \frac{N_{cp}}{1 + \operatorname{ctg}^2 \Theta} \quad \Delta Y_{2-on} = \Delta X_{2-on} \cdot \operatorname{ctg} \Theta$$

$$X_{on} = X_2 + \Delta X_{2-on}$$

$$Y_{on} = Y_2 + \Delta Y_{2-on}$$

Розрахункова таблиця

Вихідні дані

	Координати, М	Варіант 1			
X _A	438497,883				
Y _A	569076,416				
X _B	437257,177	Виміряні кути			
Y _B	570800,575				
X _C	436173,724		°	'	"
Y _C	571244,612	α	41	31	00
X _D	434204,482	β	22	30	20
Y _D	570955,636	γ	38	41	50

	Координати, М	Варіант 2			
X _A	313197,803				
Y _A	275776,410				
X _B	312382,766	Виміряні кути			
Y _B	277159,235				
X _C	310702,428		°	'	"
Y _C	277972,911	α	31	02	00
X _D	308503,552	β	36	15	23
Y _D	277402,987	γ	44	29	17

	Координати, М	Варіант 3			
X _A	270730,859				
Y _A	630813,184				
X _B	272941,681	Виміряні кути			
Y _B	630716,927				
X _C	272683,742		°	'	"
Y _C	632162,318	α	104	42	39
X _D	273993,433	β	70	19	26
Y _D	633343,738	γ	6	27	36

	Координати, М	Варіант 4			
X _A	242122,474				
Y _A	845587,189				
X _B	240912,663	Виміряні кути			
Y _B	843914,204				
X _C	240805,627		°	'	"
Y _C	842916,288	α	40	16	02
X _D	241300,265	β	19	15	40
Y _D	841441,492	γ	30	02	60

X _A	158923,133	Варіант 5			
Y _A	534674,869				
X _B	158446,482				
Y _B	535736,429	Виміряні кути			
X _C	156844,204		°	'	"
Y _C	536878,896	α	22	21	46
X _D	155290,811	β	38	17	20
Y _D	536914,97	γ	30	01	10

X _A	400444,726	Варіант 6			
Y _A	565309,727				
X _B	401046,861				
Y _B	566353,385	Виміряні кути			
X _C	401023,188		°	'	"
Y _C	568315,302	α	23	17	22
X _D	400157,357	β	38	10	30
Y _D	569573,844	γ	29	20	10

X _A	385892,665	Варіант 7			
Y _A	782717,111				
X _B	387356,299				
Y _B	784585,482	Виміряні кути			
X _C	386773,844		°	'	"
Y _C	784468,101	α	43	26	00
X _D	385972,377	β	20	18	10
Y _D	785377,629	γ	20	28	35

X _A	137997,871	Варіант 8			
Y _A	613776,481				
X _B	137197,620				
Y _B	615144,747	Виміряні кути			
X _C	136287,006		°	'	"
Y _C	615755,281	α	30	38	11
X _D	134805,555	β	21	03	20
Y _D	615985,539	γ	28	56	10

X_A	128897,826	Варіант 9			
Y_A	583776,409				
X_B	128220,455	Виміряні кути			
Y_B	585017,423				
X_C	126491,913		°	'	"
Y_C	585959,481	α	27	15	13
X_D	124982,731	β	38	18	10
Y_D	585822,276	γ	29	15	40

X_A	136897,825	Варіант 10			
Y_A	375776,472				
X_B	135484,759	Виміряні кути			
Y_B	377606,811				
X_C	133521,693		°	'	"
Y_C	377961,599	α	45	20	10
X_D	131967,833	β	38	50	20
Y_D	377206,804	γ	33	28	00

X_A	672748,358	Варіант 11			
Y_A	627877,283				
X_B	673860,415	Виміряні кути			
Y_B	628069,101				
X_C	675901,064		°	'	"
Y_C	630210,583	α	112	16	23
X_D	674287,111	β	55	42	49
Y_D	629508,005	γ	12	05	10

X_A	283397,825	Варіант 12			
Y_A	432776,399				
X_B	282496,899	Виміряні кути			
Y_B	434238,827				
X_C	281527,372		°	'	"
Y_C	434818,649	α	33	19	02
X_D	279560,222	β	21	42	20
Y_D	434849,008	γ	38	13	40

X_A	187194,834	Варіант 13			
Y_A	435787,472				
X_B	186403,905	Виміряні кути			
Y_B	437138,528				
X_C	185361,977		°	'	"
Y_C	437805,839	α	27	15	18
X_D	183906,815	β	22	48	10
Y_D	437973,962	γ	29	15	40

X_A	426897,869	Варіант 14			
Y_A	512776,451				
X_B	425836,502	Виміряні кути			
Y_B	514372,109				
X_C	424430,963		°	'	"
Y_C	514968,935	α	36	41	02
X_D	422279,385	β	29	16	51
Y_D	514457,494	γ	43	27	59

X_A	176897,839	Варіант 15			
Y_A	238776,454				
X_B	176063,937	Виміряні кути			
Y_B	240177,258				
X_C	174547,682		°	'	"
Y_C	240949,618	α	31	32	04
X_D	172430,604	β	32	57	10
Y_D	240556,837	γ	42	03	30

X_A	187194,835	Варіант 16			
Y_A	435787,409				
X_B	186403,971	Виміряні кути			
Y_B	837138,508				
X_C	185361,945		°	'	"
Y_C	837805,826	α	30	12	09
X_D	183906,806	β	23	48	10
Y_D	837973,927	γ	15	01	04

X_A	217897,86	Варіант 17			
Y_A	334776,461				
X_B	217102,627	Виміряні кути			
Y_B	336139,833				
X_C	215825,273		°	'	"
Y_C	336884,392	α	30	30	8
X_D	213630,352	β	28	31	50
Y_D	336669,038	γ	43	08	00

X_A	289424,937	Варіант 18			
Y_A	486628,733				
X_B	289041,392	Виміряні кути			
Y_B	480526,396				
X_C	294401,703		°	'	"
Y_C	482470,099	α	54	14	48
X_D	294323,671	β	73	37	11
Y_D	479402,003	γ	38	33	24

X_A	226897,836	Варіант 19			
Y_A	312776,418				
X_B	225836,582	Виміряні кути			
Y_B	314372,109				
X_C	224430,917		°	'	"
Y_C	314968,953	α	37	14	51
X_D	222279,381	β	29	29	20
Y_D	314457,451	γ	43	15	30

X_A	800079,057	Варіант 20			
Y_A	574791,008				
X_B	806721,857	Виміряні кути			
Y_B	558653,483				
X_C	841253,292		°	'	"
Y_C	557083,961	α	38	01	20
X_D	850132,371	β	76	53	29
Y_D	576594,005	γ	47	15	02

X_A	498678,683	Варіант 21			
Y_A	732273,959				
X_B	493967,202	Виміряні кути			
Y_B	750860,227				
X_C	482998,037		°	'	"
Y_C	758516,729	α	59	8	19
X_D	460074,275	β	38	01	30
Y_D	745225,251	γ	76	53	29

X_A	808010,255	Варіант 22			
Y_A	598713,873				
X_B	800079,081	Виміряні кути			
Y_B	574791,062				
X_C	806721,837		°	'	"
Y_C	558653,470	α	59	26	11
X_D	841253,269	β	38	01	31
Y_D	557083,916	γ	76	53	31

X_A	226897,836	Варіант 23			
Y_A	312776,418				
X_B	225836,582	Виміряні кути			
Y_B	314372,109				
X_C	224430,917		°	'	"
Y_C	314968,953	α	37	14	51
X_D	222279,381	β	29	29	20
Y_D	314457,451	γ	43	15	30

X_A	926897,836	Варіант 24			
Y_A	512776,418				
X_B	925836,582	Виміряні кути			
Y_B	514372,109				
X_C	924430,917		°	'	"
Y_C	514968,953	α	77	12	08
X_D	922279,381	β	40	40	40
Y_D	514457,451	γ	38	07	46

Література

1. Островський А.Л. Геодезія: підручник. Ч. 2 / А.Л. Островський, О.І. Мороз, В.Л. Тарнавський [за ред. А.Л. Островського]. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 564 с.
2. Інструкції з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500. (ГКНТА 2.04-02-98).
3. Инструкция по полигонометрии и трилатерации. – М.: Недра, 1976. – 104 с.
4. Селиханович В.Г. Геодезия: Учебник для вузов, ч. II. / В.Г. Селиханович – М.: Недра, 1981. – 544 с.
5. Маслов А.В. Геодезія / А.В. Маслов, А.В. Гордєєв, Н.Н. Александров, К.С. Соберайский, Ю.Г. Батраков. – М. : Недра, 1972. – 525 с.

Методичне видання

Кононенко Сергій Іванович
Михайло Васильович Шемякін

Кононенко С.І., Шемякін М.В. Геодезія. Пряма та обернена геодезичні засічки
// Методичні вказівки для практичних занять та самостійної роботи студентам
спеціальності 193 геодезія та землеустрій. Умань: Уманський НУС, 2019. 14 с.