

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет агротехнологій

Кафедра землеробства

ГЕОДЕЗІЯ

Методичні рекомендації

**до виконання розрахунково - графічних робіт для здобувачів вищої
освіти «бакалавр»напряму 6.080101 «Геодезія, картографія та
землеустрій»**

**МИКОЛАЇВ
2016**

УДК 528.4
ББК 26.12
Г35

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету протокол №10 від 29.06.16р.

Укладач

1. Ю. Задорожній – асистент кафедри землеробства Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти

О.М. Дробітько – канд. с.-г. наук, голова фермерського господарства «Олена» Братського району Миколаївської області;
О.А. Коваленко – канд. с.-г. наук, доцент, завідувач кафедри рослинництва та садово-паркового господарства

Зміст

Вступ	4
1.Обробіток журналу нівелювання	5
1.1 Розрахунок перевищень	6
1.2 Посторінковий і загальний контроль	7
1.3 Обчислення невязки в перевищеннях. Увязка перевищень	7
1.4 Обчислення позначок точок	10
2.Побудова повздовжнього профілю місцевості	11
3.Розрахунок кривих і нанесення їх на профіль	16
3.1Обчислення елементівкруговихкривих.	16
3.2 Обчисленняпикетажнихпозначокголовнихточоккругових кривих	17
3.3Обчислення румбів прямих відрізків траси	19
3.4Оформлення прямих і кривих на профілі	20
4Розрахунок і нанесення на профіль проектної лінії	21
4.1Побудова проектної лінії	21
4.2Приклад побудови і розрахунку проектної лінії.	23
4.3Перенесення результатів обчислень на профіль.	27
4.4Обчислення робочих відміток.	27
4.5Знаходження точок нульових робіт.	28
Додаток 1	31
Додаток 2	41
Додаток 3	42
Додаток 4	47
Додаток 5	48
Список літератури	49

Вступ

Жодна галузь народного господарства, яка пов'язана з використанням природних ресурсів Землі, при виконанні своєї роботи не може обходитися без використання топографічної карти. Її потребують будівельники і геологи, вишукувачі і спеціалісти лісового господарства, агрономи і землевпорядники, містобудівельники, науковці.

Створення карти - це кропітка праця багатьох людей різних спеціальностей. Пілоти виконують аерофотознімання території, астрономи та геодезисти створюють каркас карти у вигляді мережі пунктів тріангуляції, топографи визначають розташування місцевих об'єктів, показують їх умовними знаками і зарисовують рельєф, редактори редагують зміст карти, креслярі оформляють оригінал, видавники друкують наклад. Так, пройшовши великий шлях, народжується карта.

За допомогою карти створюють проекти по будівництву різних споруд народного господарчого значення.

Поздовжній профіль місцевості по осі лінійної інженерної споруди отримали за результатами технічного нівелювання, проведеного в процесі польового трасування. Нівелюванню траси передують роботи по розвідці траси, розбивці пікетажу і поперечних профілів, розбивці головних точок кривих і винос пікетів з дотичних на криві, прив'язці траси до пунктів геодезичної основи. У камеральних умовах складають проект лінійної споруди.

Мета розрахунково-графічної роботи - навчити студентів проводити камеральну обробку результатів польових вимірювань, виконаних при трасуванні, і дати навички проектування лінійної споруди. За результатами виконання даної розрахунково-графічної роботи необхідно представити: а) журнал нівелювання траси, б) розрахунок пікетажних позначень головних точок горизонтальних кругових кривих, в) відомість прямих і кривих, г) поздовжній профіль дорожньої траси.

1.Обробіток журналу нівелювання

У бланк журналу нівелювання (табл.1) з однойменного журналу (додат.1) виписують результати нівелювання траси автомобільної дороги. Номер варіанту журналу нівелювання та пікетажної книжки відповідає останній цифрі порядкового номера студента в журналі обліку роботи студентів з геодезії. Відмітки реперів 1 і 2 і азимут початкового напрямку траси можуть бути записані графі «Примітка» журналу нівелювання. Якщо в графі «Примітка» незаписані позначки реперів 1 і 2, то їх вибирають з додат.2 за першою літерою прізвища та номеру варіанта і записують у відповідні графи журналу нівелювання. Процес розбивки пікетажу по осі майбутньої траси на місцевості дерев'яними колами закріплюють пікети, відстань між, якими 100 метрів; в місцях перегину рельєфу встановлюють плюсові точки (плюсовки). При нівелюванні траси вибирають сполучні і проміжні точки. Сполучні точки є загальними для двох сусідніх нівелірних станцій. Вони служать для передачі відміток по нівельованій трасі. На вибір сполучних точок впливає рельєф місцевості і гранично допустима довжина променя візування нівеліра. Сполучними точками можуть бути як пікети, так і плюсовки. Якщо між двома сусідніми сполучними точками перепад висот перевищує довжину стандартної нівелірної рейки (в нашому випадку 3000мм), то з однієї станції неможливо взяти відліки по рейках, встановленим в цих точках. У таких випадках використовують додаткові сполучні Х-точки, відстані до яких не вимірюють. Дії на станції технічного нівелювання виконують в такій послідовності. Нівелір встановлюють посередині між сполучними точками. На кілки, забиті в сполучних точках, ставлять прямовисно нівелірні рейки. Візують на задню рейку і беруть відлік $a_{\text{ч}}$.

Почорній стороні з точністю до 1мм. Візують на передню рейку і беруть відліки $b_{\text{чорн.}}$ і $b_{\text{червон.}}$ по чорній і червоній сторонам. Знову візують на задню рейку і беруть відлік $a_{\text{червон.}}$ по червоній стороні. Одержані відліки записують в графи 3 і 4 журналу нівелювання (табл.1). В цих графах 3 і 4 верхнє число – відлік по чорній стороні, а нижнє число – відлік по червоній стороні нівелірної рейки, встановленої на сполучній точці по чорній стороні з точністю до 1мм. Візують на передню рейку і беруть відліки $b_{\text{чорн.}}$ і $b_{\text{червон.}}$ по чорній та

червоній стороні. Знову візують на задню рейку і беруть відлік $a_{\text{червон.}}$ по червоній стороні. Отримані відліки записують у графи 3 і 4 журналу нівелювання (табл.1). У цих графах 3 і 4 верхнє число–відлік по чорній стороні, а нижнє число - відлік по червоній стороні нівелірної рейки, встановленої на сполучній точці. Відразу ж, не забираючи нівеліра з точки, обчислюють перевищення по чорній і червоній сторонам рейок і порівнюють їх між собою. Якщо між сполучними точками є проміжні точки, то, не змінюючи положення нівеліра, задню рейку по черзі ставлять на проміжні точки і беруть відліки тільки по чорній стороні, записуючи їх в графу 5 журналу нівелювання. Нівелір переносять на наступну станцію, передня рейка стає задньою, а колишню задню рейку переносять на наступну сполучну точку, отже, вона стає передньою рейкою.

Позначки (висоти) сполучних точок обчислюють через перевищення, проміжних – через позначку горизонту приладу. При обробці журналу нівелювання слід пам'ятати, що відліки по рейці записують в міліметрах, причому відліки по чорній стороні рейки завжди менше 3000мм. Позначки горизонту приладу та позначки точок обчислюють в метрах.

1.1 Розрахунок перевищень.

Журнал нівелювання оброблюють в наступному порядку. Обчислюють перевищення передніх сполучних точок над задніми сполучними точками за формулами:

$$h_{\text{чорн.}} = a_{\text{чорн.}} - b_{\text{чорн.}}, \quad h_{\text{червон.}} = a_{\text{червон.}} - b_{\text{червон.}},$$

де $h_{\text{чорн.}}$, $h_{\text{червон.}}$ – перевищення, обчислені по відліках, узятим по чорній і червоній сторонам рейок,

$a_{\text{чорн.}}$, $a_{\text{червон.}}$ – відліки по чорній та червоній сторонах задньої рейки,

$b_{\text{чорн.}}$, $b_{\text{червон.}}$ – відліки по чорній та червоній сторонах передньої рейки.

Різниця $|h_{\text{чорн.}} - h_{\text{червон.}}|$ повинна бути менше 5 мм.

Якщо ця умова дотримується, то обчислюють середнє перевищення за формулою:

$$h_{\text{ср}} = (h_{\text{чорн.}} + h_{\text{червон.}}) / 2.$$

Обчислені перевищення $h_{\text{чорн.}}$, $h_{\text{червон.}}$, $h_{\text{ср}}$ залежно від їх знаків записують в графи 6,7,8,9 журналу нівелювання в рядок, відповідну задній сполучній точці.

У нашому прикладі перевищення точки ПК0 над Рп1 по відлікам, узятим по чорній та червоній сторонах рейок (табл.1), отримали наступні:

$$\begin{aligned} h_{\text{чорн.}} &= 2895 - 0605 = +2290 \text{ мм}, h_{\text{червон.}} = 7681 - 5389 = +2292 \text{ мм}, \\ h_{\text{чорн.}} - h_{\text{червон.}} &= | +2 \text{ мм} | < 5 \text{ мм}, h_{\text{ср}} = (+2290 \text{ мм} + 2292 \text{ мм}) / 2 = +2291 \text{ мм}. \\ h_{\text{ср}} &= +2291 \text{ мм записують в графу 8 без знака "+"}. \end{aligned}$$

Якщо середнє перевищення не ціле число, то його округлюють до цілого міліметра в сторону парного числа. Наприклад, середнє перевищення ПК3 над ПК2 $h_{\text{ср}} = ((-987 \text{ мм}) + (-990 \text{ мм})) / 2 = -988,5 \text{ мм}$. Після округлення $h_{\text{ср}} = -988 \text{ мм}$. Це число записують в графу 9 без знака "-".

1.2. Посторінковий і загальний контроль.

Для перевірки виконаних обчислень в кінці кожної сторінки журналу нівелювання (табл.1) треба підрахувати суми чисел в графах 3,4, 6,7,8,9. Якщо має місце рівняння

$$\frac{\Sigma(3) - \Sigma(4)}{2} = \frac{\Sigma(6) - \Sigma(7)}{2} = \Sigma(8) - \Sigma(9),$$

то обчислення перевищень на даній сторінці журналу нівелювання виконано правильно. Останній результат в цьому виразі може відрізнятися від двох перших на 0,5 ... 3 мм через округлення при розрахунках. В кінці нівелірного ходу виконують загальний контроль. Для цього треба скласти підсумкові суми чисел у графах 3, 4, 6, 7, 8, 9, взятих з вісіх сторінок журналу нівелювання. Якщо наведена вище рівність дотримується, то обчислення перевищень по всьому нівелірному ходу виконано вірно. Число $(\Sigma(8) - \Sigma(9))$, отримане в результаті загального контролю, є сумою середніх перевищень $\Sigma h_{\text{ср}}$, тобто виміряним перевищенням кінцевої точки нівелірного ходу над початковою точкою (в нашому випадку Рп2 над Рп1)

1.3. Обчислення невязки в перевищеннях. Ув'язка перевищень.

Невязку в перевищеннях f_h обчислюють за формулою

$$f_h = \sum h_{\text{ср}} - (N_{\text{кінцев.}} - N_{\text{початков.}}),$$

де $N_{\text{кінцев.}}$, $N_{\text{початков.}}$ - позначки кінцевої і початкової точок нівелірних ходу, виражені в міліметрах.

Невязка f_h , вважається допустимою, якщо вона не перевищує граничної величини $f_{\text{гранич}}$, яка визначається за формулою

$$f_{\text{гранич}} = \pm 50 \sqrt{L},$$

де 50 – середня квадратична помилка визначення перевищення на 1 км подвійного ходу, мм,

L – довжина нівелірного ходу, км.

У нашому прикладі $N_{\text{кінцев.}} = N_{\text{Рп2}} = 59,658$ м, $N_{\text{початков.}} = N_{\text{Рп1}} = 54,271$ м; $L = 0,8$ км (див. табл. 1).

Розраховуємо f_h і $f_{\text{гранич}}$:

$$f_h = (+ 5369) - (59658 - 54271) = + 5369 - 5387 = -18 \text{ мм},$$

$$f_{\text{гранич}} = \pm 50 \sqrt{0,8} = \pm 45 \text{ мм}.$$

Невязка допустима, так як $|f_h| < |f_{\text{гранич}}|$.

Невязки f_h , і $f_{\text{гранич}}$ записують на останній сторінці журналу нівелювання в графу "Примітка". Якщо $|f_h| \leq |f_{\text{гранич}}|$, то невязку f_h розподіляють із зворотним знаком порівну у вигляді поправок δh_i , в середнє перевищення, тобто

$$\delta h_i = (-f_h)/n,$$

де n - число станцій в нівелірному ходу, яка дорівнює кількості середніх перевищень.

Таблиця 1

Журнал нівелювання

Номер станції	Номер точки	Відлік по рейці, мм			Перевищення, мм		Середнє перевищення, мм		Горизонт приладу $H_{\text{гп}}, \text{м}$	Відмітка точки $H, \text{м}$
		задній а	передній b	проміжний c	+	-	+	-		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1-а сторінка										
1	Рп1	2895	-		2290		+1			54,271
		7681	-		2292		2291			
2	ПК0	0700	0605			1815		+1		56,563
		5484	5389			1815		1815		
3	+40	0494	2515			1820		+1	55.243	54.749
		5279	7299			1824		1822		

	+72	-	-	2632						52.611
		-	-							

3	ПК1	2946	2314		2743		+1			52,928
4		7729	7103		2743		2743			
	X1	2886	0203		0344		+1		58,558	55,672
		7668	4986		0342		0343			
5	+65	-	-	0242						58,316
		-	-							
	ПК2	0976	2542			0987		+1		56,016
		5760	7326			0990		0988		
6	ПК3	1077	1963			0845		+1		55,029
7		5862	6750			0845		0845		
	ПК4	1347	1922			1527		+1		54,185
8		6133	6707			1528		1528		
	+50	-	2874							52,658
		-	7661							
Разом		64917	68159	-	10754	13996	5377	6998	-	-
Посторінковий контроль		-1621		-	-1621		-1621		-	-

2-а сторінка

	+50	2796	-		1112		+1		55,454	52,658
		7585	-		1115		1114			
9	ПК5	-	-	2052						53,402
		-	-							
	+35	-	-	0274						55.180
		-	-							
	+60	2801	1684		2269		+1			53.773
		7586	6470		2270		2270			
10	ПК6	2867	0532		2370		+2			56.044
		7654	5316		2372		2371			
11	X2	1870	0497		0867		+2			58.417
12		6655	5282		0869		0868			
	ПК7	0612	1003			1668		+2		59.287
13		5399	5786			1666		1667		
	ПК8	2591	2280		2036		+2			57.622
14		7374	7065		2033		2034			
	Рп2	-	0555							59,658
		-	5341							
Разом		55790	41811	-	17313	3334	8657	1667	-	-
Всього		120707	109970	-	28067	17330	14034	8665	-	-
Посторінковий контроль		+6989,5		-	+6989,5		+6990		-	-
Загальний контроль		+5368,5		-	+5368,5		+5369		-	-

Такі зміни мають бути виражені в цілих міліметрах. У нашому прикладі $f_h = -18$ мм, $n = 14$. За величиною $\delta h_i = +18$ мм, $n = 14 \approx +1,3$ мм визначають, що значення поправок можуть бути $+1$ мм і $+2$ мм, причому число поправок $+1$ мм більше, ніж число поправок $+2$ мм ($\delta h_i \approx 1,3$ мм ближче до 1 мм). Методом підбору визначено, що в перші десять перевищень треба ввести поправки по $+1$ мм, в інші чотири – по $+2$ мм. Сума поправок обов'язково, повинна дорівнювати невязці з протилежним знаком, тобто

$$\sum \delta h_i = -f_h.$$

У наведеному прикладі $10 \times (+1) + 4 \times (+2) = +18$ мм. Поправки виписують в графі 8 або 9 над середніми перевищеннями (табл. 1). Виправлене перевищення $h_{\text{виправл.}}$ обчислюють за формулою

$$h_{\text{виправл.}} = h_{\text{ср}} + \delta h_i.$$

$$\begin{aligned} h_{1\text{виправл.}} &= (+2291 \text{ мм}) + (+1 \text{ мм}) = +2292 \text{ мм} = +2,292 \text{ м}, \\ h_{2\text{виправл.}} &= (-1815 \text{ мм}) + (+1 \text{ мм}) = -1814 \text{ мм} = -1,814 \text{ м}, \\ h_{3\text{виправл.}} &= (-1822 \text{ мм}) + (+1 \text{ мм}) = -1821 \text{ мм} = -1,821 \text{ м}, \text{ і так далі.} \end{aligned}$$

1.4. Обчислення позначок точок

За позначку початкової точки і ув'язаним перевищенням послідовно обчислюються позначки сполучних точок:

$$H_{i+1} = H_i + h_{\text{виправл.}}$$

де H_{i+1} - обчислюється позначка передньої сполучної точки,

H_i - позначка задньої сполучної точки,

$h_{\text{виправл.}}$ - виправлене середнє перевищення між цими точками.

У розглянутому прикладі послідовно обчислюємо позначки сполучних точок ПК0, ПК0 + 40, ПК1, Х1:

$$H_{\text{ПК0}} = H_{\text{Рн1}} + h_{1\text{виправл.}} = 54,271 \text{ м} + (+2,292 \text{ м}) = 56,563 \text{ м},$$

$$H_{\text{ПК0+40}} = H_{\text{ПК0}} + h_{2\text{виправл.}} = 56,563 \text{ м} + (-1,814 \text{ м}) = 54,749 \text{ м},$$

$$H_{\text{ПК1}} = H_{\text{ПК0+40}} + h_{3\text{виправл.}} = 54,749 \text{ м} + (-1,821 \text{ м}) = 52,928 \text{ м},$$

$$H_{\text{Х1}} = H_{\text{ПК1}} + h_{4\text{виправл.}} = 52,928 \text{ м} + (+2,744 \text{ м}) = 55,672 \text{ м}.$$

Отримані значення записують в графу 11 журналу нівелювання. Для перевірки правильності обчислення відміток сполучних точок на

кожній сторінці журналу нівелювання в графі "Примітка" треба виконати наступний контроль: різниця відміток кінцевої і початкової сполучних точок повинна дорівнювати алгебраїчній сумі ув'язаних перевищень.

Наприклад, для першої сторінки журналу нівелювання (табл. 1)
 $H_{ПК4+50} - H_{Pn1} = 52,658 \text{ м} - 54,271 \text{ м} = -1,613 \text{ м}, \sum h_{\text{ивиправл}} = -1,613 \text{ м}.$

Обчислену позначку кінцевої сполучної точки на першій сторінці журналу нівелювання переносять в перший рядок другої сторінки, позначку кінцевої сполучної точки на другій сторінці журналу нівелювання переносять в перший рядок третьої сторінки і так далі. На останній сторінці журналу нівелювання повинна бути отримана задана відмітка P_{n2} , що є остаточним контролем правильності обчислення відміток сполучних точок.

Відмітки проміжних точок обчислюють через позначку горизонту приладу ($H_{ГП}$) на даній станції, яку виражають у метрах:

$$H_{ГП} = H_a + a_{\text{чорн.}},$$

де H_a – відмітка задньої сполучної точки на даній станції, м,
 $a_{\text{чорн.}}$ - відлік по чорній стороні задньої рейки, м.

Для обчислення відміток проміжних точок використовують формулу:

$$H_{\text{пром.}} = H_{ГП} - c,$$

де $H_{\text{пром.}}$ - відмітка проміжної точки, м,
 c - відлік по рейці, встановленій на проміжній точці, м.

В цьому випадку для обчислення їх позначок використовують одне і те ж значення позначки горизонту приладу. У нашому прикладі на дев'ятій станції, розташованій між сполучними точками ПК4+50 і ПК5+60, маємо наступні вихідні дані (табл.1)

$$H_{ПК4+50} = 52,658 \text{ м}, a_{ПК4+50} = 2,796 \text{ м}, c_{ПК5} = 2,052 \text{ м}, c_{ПК5+35} = 0,274 \text{ м}.$$

$$\text{Тоді } H_{ГП} = 52,658 \text{ м} + 2,796 \text{ м} = 55,454 \text{ м},$$

$$H_{ПК5} = 55,454 \text{ м} - 2,052 \text{ м} = 53,402 \text{ м},$$

$$H_{ПК5+35} = 55,454 \text{ м} - 0,274 \text{ м} = 55,180 \text{ м}.$$

2. Побудова поздовжнього профілю місцевості

Поздовжній профіль викреслюють на міліметрівці. При побудові профілю застосовують масштаби: горизонтальний 1: 5000, вертикальний 1: 500. Роботи з побудови профілю починають з разграфки сітки профілю згідно (рис. 1).

Суцільною лінією товщиною 0,5 мм викреслюють вісь трасив графі «Розгорнутий план траси», прямі і криві в плані, проектну лінію, лінії ординат від точок перегину проектної лінії. Решталіній проводять суцільною тонкою (товщина лінії 0,1 мм). Для полегшення сприйняття креслення всі проектні дані викреслюють червоним кольором (рис.7).

За даними журналу нівелювання (табл.1) заповнюють графу «Відстань». Відстані відкладають в горизонтальному масштабі 1: 5000, фіксуючи пікети і плюсові точки вертикальними відрізками. При нанесенні пікетів точку ПК0 поміщають на потовщену вертикальну сантиметрову лінію міліметрового паперу, тоді і всі інші пікети потраплять на такі ж лінії. Якщо між пікетами немає плюсових точок, то відстань 100 м не пишуть. При наявності плюсових точок вказують відстань від попереднього пікету до плюсової точки і від плюсової точки до наступного пікету або відстань між сусідніми позитивними точками. Номери пікетів записують під нижньою лінією графі «Відстань». Точність побудов на міліметрівці становить 0,5 мм, що в горизонтальному масштабі 1: 5000 відповідає 2,5 м на місцевості. Наприклад, між ПК0 і ПК1 знаходяться точки +40 і +72. Від ПК0 відкладають 8,0 мм і 14,5 мм, проводять ординати (вертикальні лінії) і записують три відстані: 40 м - від ПК0 до точки +40; 32 м - від точки +40 до точки +72; 28 м - від точки +72 до ПК1 (рис. 2).

Контроль проводять підсумком відстаней: $40+32+28 = 100$ м.

Над пікетами і позитивними точками в графі «Відмітка землі» виписують з журналу нівелювання значення їх відміток, округлені до 0,01м. Від верхньої лінії графі «Розгорнутий план траси» відступають вгору 4.5 см і проводять олівцем горизонтальну лінію, яка збігається з сантиметровою лінією міліметрового паперу. За позначку цієї лінії приймають найближче менше мінімальної позначки землі число, кратне 5 метрам. У нашому прикладі мінімальна позначка землі в точці ПК0 + 72 складає 52,61 м. Число, кратне 5 м, менше 52,61 м і одночасно найбільш близьке до названої мінімальної позначки, дорівнює 50 м. Лінія, розташована на 1 см вище, матиме

позначку 55 м, на 2 см вище - 60 м, і т. 9. Проти кожного пікету і плюсової точки вгору від верхньої лінії графі «Розгорнутий план траси» проводять олівцем перпендикуляри, що є

Розгорнутий план траси			20	175	
Тип місцевості по зволоженню			5		
Проектні данні	Тип поперечного профілю		5		
	Лівий кювет	Укріплення	5		
		Ухил,‰ Довжина,м			10
		Позначка дна, м			15
		Правий кювет	Укріплення		5
	Ухил,‰ Довжина,м		10		
	Відмітка дна, м		15		
	Ухил та вертикальна крива		10		
	Відмітка осі проїжджої частини, м		15		
	Фактичні данні	Позначка землі, м			15
Відстань, м		10			
	Пікет		5		
			5		
	Пряма та крива на плані		5		
			5		
			5		
	Показчик кілометрів		5		
10	25	40			
75					

продовження вертикальних ліній, нанесених в графі «Відстань».

Рис.1 Разгадка сітки профілю.

М 1: 5000 по
горизонталі
М 1: 500 по
вертикалі

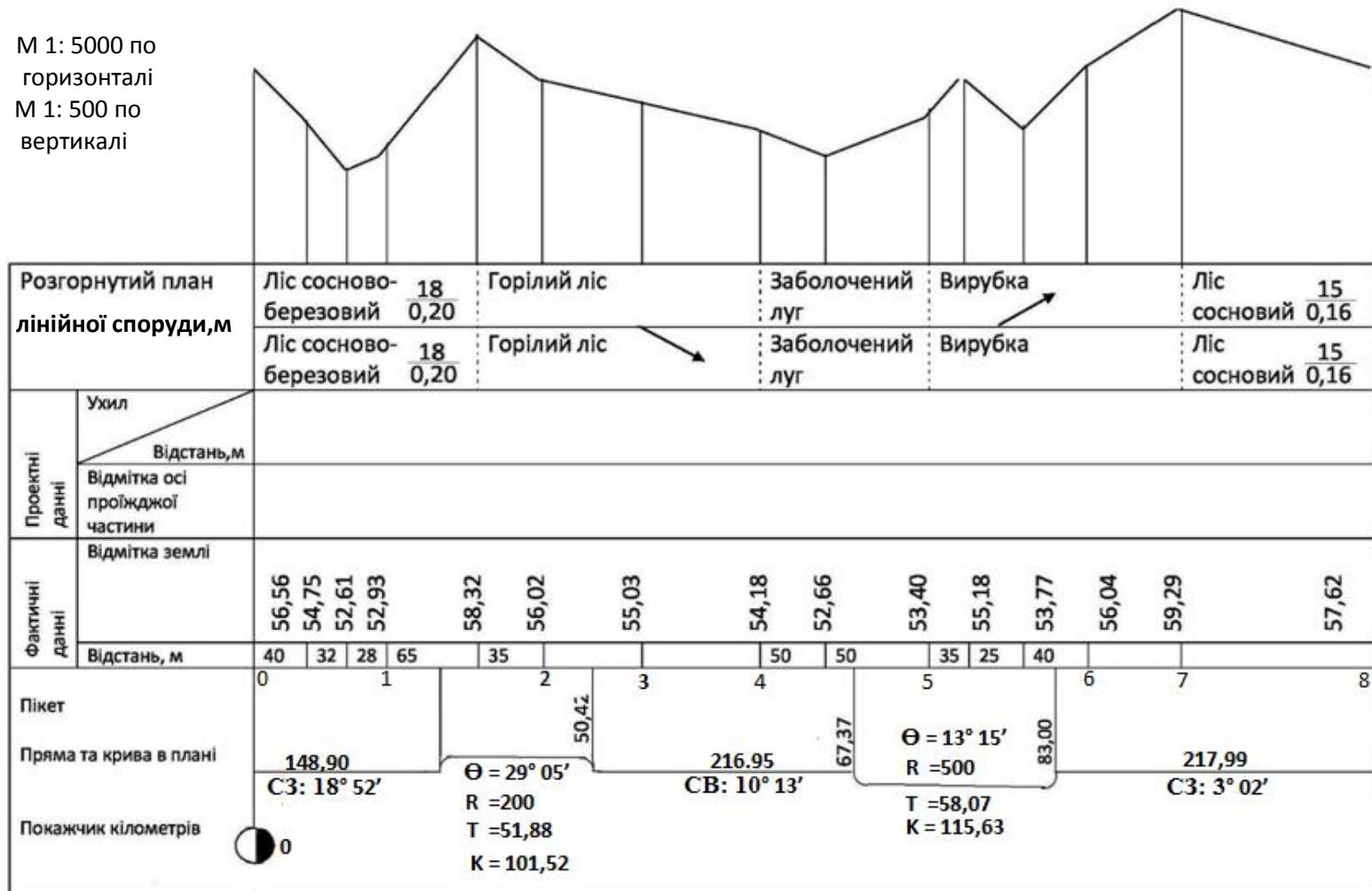
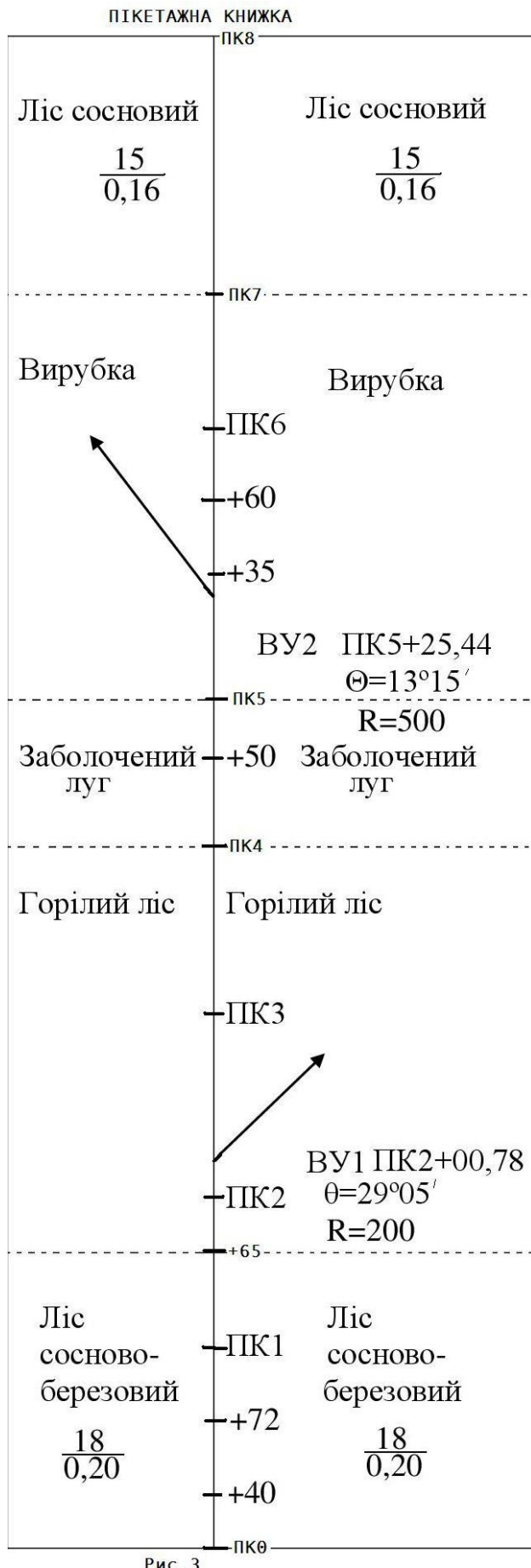


Рис.2 Профіль лінійної споруди



На цих перпендикулярах відкладають відрізки, рівні різниці позначок відповідних точок і найближчих знизу ліній, позначки яких кратні 5 м. У вертикальному масштабі 1: 500 позначки можна відкласти з точністю до 0,25 м. У розглянутому прикладі при нанесенні точки ПК0 треба відкласти вгору від лінії з відміткою 55 м відрізок, рівний $56,56 - 55,00 = 1,56$ м, що в масштабі 1: 500 складе відрізок 3,12 мм (цю величину 3,12 мм округлюємо при наколці до 3,0 мм). При нанесенні плюсової точки ПК0 + 40 треба відкласти вгору від лінії з відміткою 50 м відрізок, рівний $54,75 - 55,00 = 4,75$ м, що в масштабі складе 9,5 мм, і так далі (рис.2). Отримані точки з'єднують суцільними тонкими прямими лініями чорного кольору. У сукупності ці прямі складають ламану лінію, яка є лінією фактичної поверхні землі по осі траси лінійної споруди (лінія поздовжнього профілю). Від точок профілю до верхньої лінії графі «Розгорнутий план лінійної споруди» проводять ординати чорним кольором суцільними тонкими лініями.

За

Рис.3 Пікетажна книжка

данимисвоговаріантапікетажної книжки (дод. 3) заповнюютьграфу «Розгорну-тий план лінійної споруди». У цю графу заносятьположення вершин кутів (дод.4), вказуючистрілками вправо і влівовідосінапрямокповоротівтраси. Наш приклад (рис.2 і рис.7) заповнений за даниминашоїпікетажної книжки (рис. 3).

3. Розрахунок кривих і нанесення їх на профіль.

Сполученняпрямолінійнихділяноктрасилінійної споруди в місцяхїїповоротіввиконують по круговихкривих. Кутом поворотутраси є кут відхиленнятрасивідпопередньогонапрямку (рис. 4). З дод. 4 вибираютьпікетажніпозначення вершин кутів повороту траси (ВУ), кутів повороту (Θ), радіусівкруговихкривих (R) і записуютьїх у графи 1-5 відомостіпрямих і кривих (табл. 2).

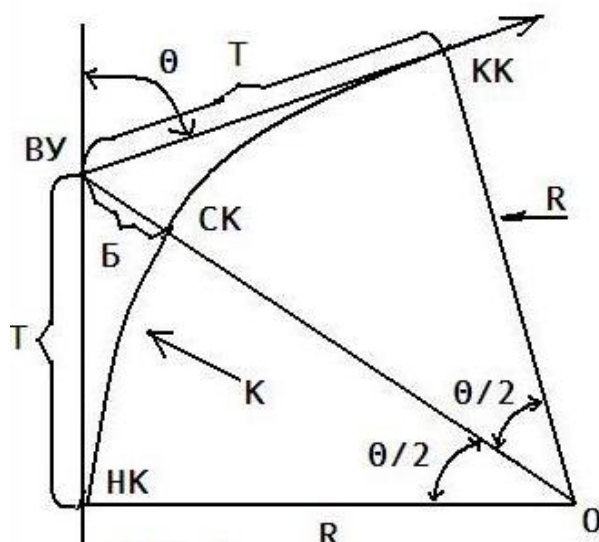


Рис. 4 Кут повороту траси.

3.1. Обчислення елементівкруговихкривих.

Елементикруговихкривих (рис. 4) обчислюють в метрах по табл. 1.1 поформулам:

$$T=R\tg\theta/2, K=\pi R\theta/180^{\circ},$$

$$Д=2T-K, \quad Б=(R/(\cos\theta/2))-R,$$

де Т - тангенс кривої, м, К- довжинакривої, м,
Д – доміркривої, м, Б – бісектрисакривої, м.

3.2

Обчислення пікетажних позначок головних точок кругових кривих

Пікетажні значення головних точок кругових кривих знаходять з виразів:

$$\begin{aligned} \text{ПК НК} &= \text{ПК ВУ} - T, \\ \text{ПК КК} &= \text{ПК НК} + K, \\ \text{ПК СК} &= \text{ПК НК} + K/2, \end{aligned}$$

де ПК ВУ, ПК НК, ПК КК, ПК СК пікетажні позначення вершини кута, початку кривої, кінця кривої, середини кривої відповідно. Контрольними є формули:

$$\begin{aligned} \text{ПК КК} &= \text{ПК ВУ} + T - D, \\ \text{ПК СК} &= \text{ПК КК} - K/2. \end{aligned}$$

Розрахунок виконують у вигляді схеми. У розглянутому прикладі для першої кривої запишемо:

Розрахунок:		Контроль:	
- ВУ	ПК2+00,78	+ ВУ	ПК2+00,78
Т	51,88	Т	51,88
<hr/>		<hr/>	
+ ПК	ПК1+48,90	- ...	ПК2+52,66
К	1 01,52	Д	2,25
<hr/>		<hr/>	
КК	ПК2+50,42	- КК	ПК2+50,41
<hr/>		<hr/>	
+ ПК	ПК1+48,90	К/2	50,76
К/2	50,76	СК	ПК1+99,65
<hr/>		<hr/>	
СК	ПК1+99,66		

Для другої кривої обчислення аналогічні. Пікетажні значення точок НК і КК заносять в графи 10 і 11 відомості прямих і кривих.

Відстані S між вершинами кутів повороту траси (графа 12 відомості) обчислюють за формулою:

$$S_{i, i+1} = \text{ПКВУ}_{i+1} - \text{ПКВУ}_i + D_i,$$

де ПК ВУ_{i+1} - пікетажне позначення даної вершини кута, ПК ВУ_i - пікетажне позначення попередньої вершини.

З цієї формули випливає, що довжина відрізка від початку траси (НТ) до ВУ1 дорівнює пікетажному позначенню першої вершини кута. В нашому прикладі :

Таблиця 2

Відомість прямих та кривих

Вершина траси	Пікетажне позначення вершини	Величина кута повороту		Крива							Пряма			
		вправо $\theta_{\text{вправо}}$	вліво $\theta_{\text{вліво}}$	Елементи кривої, м					Початок кривої ПК	Кінець кривої КК	Відстань між вершинами S, м	Пряма вставка Р, м	Азимут А	Румб r
				R	T	K	Д	Б						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Початок траси	ПК0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200,78	148,90	341°08'	СЗ:18°52'
ВУ1	ПК2+00,78	29°05'	-	200	51,88	101,52	2,25	6,62	ПК1+48,90	ПК2+50,42				
ВУ2	ПК5+25,44		13°15'	500	58,07	115,63	0,52	3,36	ПК4+67,37	ПК5+83,00	326,91	216,95	10°13'	СВ: 10°13'
Кінець траси	ПК8+00,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	275,08	217,00	356°58'	СЗ:3°02'
Всього:		29°05'	13°15'	-	109,95	217,15	2,77	-	-	-	802,77	582,85	-	-

Контроль:

$$2\sum T - \sum K = \sum D;$$

$$L = \sum S - \sum D = \sum P + \sum K;$$

$$A_{\text{кінець}} - A_{\text{початок}} = \sum \theta_{\text{вправо}} - \sum \theta_{\text{вліво}};$$

$$15^\circ 50' = 15^\circ 50'$$

$$2 \times 109,95\text{м} - 217,15\text{м} = 2,75\text{м} \approx 2,77\text{м};$$

$$800,00\text{м} = 802,77\text{м} - 2,77\text{м} = 582,85\text{м} + 217,15\text{м};$$

$$800,00\text{м} = 800,00\text{м} = 800,00\text{м}$$

$$356^\circ 58' - 341^\circ 08' = 29^\circ 05' - 13^\circ 15'$$

$$S_{HT,BY1} = 200,78 \text{ м},$$

$$S_{BY1,BY2} = (ПК5+25,44) - (ПК2+00,78) + 2,25 = 525,44 - 200,78 + 2,25 = 326,91 \text{ м},$$

$$S_{BY2,KT} = ПК8 - (ПК5+25,44) + 0,52 = 800 - 525,44 + 0,52 = 275,08 \text{ м}.$$

У графу 13 записують довжину прямої вставки P_i - відстань між кінцем попередньої кривої і початком наступної кривої, яка обчислюється за формулою:

$$P_i = ПК_{i+1} - ПК_{K_i}.$$

З формули випливає, що довжина першої прямої вставки дорівнює пікетажному позначенню початку першої кривої, а довжина останньої прямої вставки дорівнює різниці пікетажного позначення кінця траси і кінця останньої кривої. У розглянутому прикладі:

$$P_1 = 148,90 \text{ м},$$

$$P_2 = (ПК4+67,37) - (ПК2+50,42) = 467,37 - 250,42 = 216,95 \text{ м},$$

$$P_3 = ПК8 - (ПК5+83,00) = 800,00 - 583,00 = 217,00 \text{ м}.$$

3.3. Обчислення румбів прямих відрізків траси

З дод. 5 виписують азимут A_1 початкового напрямку траси і обчислюють азимут наступних напрямків:

$$A_{i+1} = A_i + \theta_{\text{пр}} \text{ або } A_{i+1} = A_i - \theta_{\text{лів}},$$

де A_i - азимут попереднього прямого відрізка траси,

A_1 - азимут подальшого прямого відрізка траси,

$\theta_{\text{пр}}$ - кут повороту траси вправо,

$\theta_{\text{лів}}$ - кут повороту траси вліво.

У нашому прикладі: $A_1 = 341^\circ 08'$.

$$\text{Тоді } A_2 = A_1 + \theta_1 = 341^\circ 08' + 29^\circ 05' = 370^\circ 13' - 360^\circ = 10^\circ 13',$$

$$A_3 = A_2 - \theta_2 = (10^\circ 13' + 360^\circ) - 13^\circ 15' = 356^\circ 58'.$$

Потім азимут за відомими формулами переводять в румби:

$$r_1 = СЗ: 18^\circ 52', r_2 = СВ: 10^\circ 13', r_3 = СЗ: 3^\circ 02'.$$

Азимут і румби прямих ділянок траси заносять в графи 14 і 15 відомості прямих і кривих (табл.2).

Для контролю правильності складання відомості прямих і кривих підраховують суми чисел у графах 3, 4, 6, 7, 8, 12, 13. Треба перевірити виконання наступних положень:

а) різниця подвоєної суми тангенсів і суми кривих повинна дорівнювати сумі домірів, тобто

$$2\sum T - \sum K = \sum D.$$

Допускається розбіжність через округлення до 0,04 м (для двох кривих).

б) сума прямих вставок $\sum P$ плюс сума кривих $\sum K$ повинна дорівнювати довжині траси L . Цій довжині повинна дорівнювати різниця між сумою відстаней S між вершинами кутів повороту і сумою домірів D :

$$\sum P + \sum K = \sum S - \sum D = L$$

в) різниця між сумою правих і сумою лівих кутів повороту траси повинна дорівнювати різниці азимутів кінцевого $A_{\text{кінц.}}$ і початкового A_1 прямих ділянок траси:

$$\sum \theta_{\text{пр.}} - \sum \theta_{\text{лів.}} = A_{\text{кінц.}} - A_1$$

Результати контрольних обчислень також вносять у відомість прямих і кривих (табл.2).

3.4 Оформлення прямих і кривих на профілі

У графі «Пряма і крива в плані» (рис. 2 і рис.7) відзначають точки початку і кінця кривих. Від цих точок проводять суцільними основними лініями ординати вгору до лінії пікетів. Зліва від ординати записують відстань до попереднього пікету. Від початку до кінця кривих проводять умовні дуги. Дуга, направлена опуклістю вгору, означає поворот трасою вправо; при лівому повороті дуга направлена опуклістю вниз. Під дугами виписують елементи кривих - θ , R , T , K .

Відрізки прямих ліній між кінцями попередніх кривих і початками наступних кривих називаються прямими вставками. Над серединою кожної прямої вставки записують її довжину, а під прямою вставкою - румба.

4. Розрахунок і нанесення на профіль проектної лінії

4.1. Побудова проектної лінії

Лінію проектного профілю лінійної споруди будують на поздовжньому профілі місцевості, керуючись технічними умовами на проектування та будівництво відповідних доріг, в яких вказані граничний ухил лінійної споруди та інші обов'язкові умови проектування. У даних методичних вказівках розглядається лише геометрична сторона питання, тобто всі розрахунки відносяться до осі лінійної споруди.

У навчальних цілях студенти повинні побудувати проектну лінію лінійної споруди, керуючись такими вимогами:

- 1) обсяги насипів і виїмок повинні бути мінімальними й приблизно рівними;
- 2) керівний (граничний) ухил дорівнює $i_{\text{керівн.}} = \pm 0,025$;
- 3) крок проектування (мінімальна допустима відстань між точками перегину проектної лінії) становить 100 м;
- 4) значення проектних ухилів повинні бути округлені до 0,001;
- 5) робоча відмітка h_p не повинна перевищувати $\pm 3,00$ м.
- 6) обов'язково запроектувати не менше однієї горизонтальної ділянки

При проектуванні слід пам'ятати, що, як правило, воно виконується з декількох спроб і, природно, будуть неминучі часткові або повні переробки вже, здавалося б, готових ділянок профілю дороги. Тому проектування слід вести олівцем. До остаточного оформлення тушшю або гелевою ручкою переходять тільки після повного завершення процесу проектування, коли є впевненість, що всі поставлені вище вимоги дотримані. Побудову проектної лінії починають з найбільш зручних і, як правило, протяжних ділянок майбутньої траси - таких, де проектна олівцева лінія фактично збігатиметься з лінією землі.

Потім олівцем намічають інші ділянки майбутньої дороги, не забуваючи про дотримання пунктів 1, 2 і 5 вимог до проектування. У зв'язку з цим для попереднього нанесення проектної лінії можна рекомендувати:

- а) при керівному ухилі $i_{\text{керівн.}} = \pm 0,025$ перевищення h між двома сусідніми пікетами становить

$$h = i_{\text{керівн.}} \cdot d = \pm 0,025 \cdot 100 = \pm 2,50 \text{ м.}$$

У вертикальному масштабі 1: 500 ця величина на профілі складе $\pm 2,50: 500 = \pm 0,005$ м = ± 5 мм. Отже, крутизна проектної лінії повинна бути такою, щоб на відстані 100 м (2 см на профілі в горизонтальному масштабі 1: 5000) різниця відміток графічно не перевищувала 5 мм. Якщо ухил ділянки перевищує керівний, то необхідно змінити положення точки перегину траси, зробивши проектну лінію пологішою;

б) робоча відмітка (висота насипу або глибина виїмки) не повинна бути більше $\pm 3,00$ м, що в вертикальному масштабі профілю складає ± 6 мм. Тому проектну лінію слід наносити так, щоб в будь-якій точці траси вертикальна відстань між проектною лінією і поверхнею землі було менше 6 мм. З урахуванням же графічних похибок при проведенні лінії землі і проектної лінії - менше 5 мм.

Розрахунок проектної лінії виконують послідовно, переходячи від ділянки до ділянки. Спочатку визначають ухил проектної лінії на даній ділянці майбутньої дороги по формулі:

$$i = (H_{\text{кінц.}} - H_{\text{початков.}}) / d,$$

де $H_{\text{кінц.}}$ - позначка кінцевої точки проектованої ділянки, м,

$H_{\text{початков.}}$ - позначка початкової точки проектованої ділянки, м,

d - довжина проектної ділянки, м.

Для розрахунку ухилів позначки $H_{\text{кінц.}}$ часто визначають графічно з точністю 0,5 мм, що в вертикальному масштабі 1: 500 складе 0,25 м.

Якщо точка перегину проектної лінії обрана таким чином, що вона графічно співпадає з поверхнею землі, то для обчислення ухилу в якості попереднього $H_{\text{кінц.}}$ беруть позначку землі.

Для першої ділянки початкову проектну відмітку в точці ПК0 можна взяти рівною позначці землі або визначити її графічно. Для всіх інших ділянок початкова проектна позначка дорівнює обчисленій проектній позначці кінцевої точки попередньої ділянки.

Якщо перегин проектної лінії не збігається з наявною на профілі пікетною чи плюсовою точкою, то спочатку треба визначити пікетажне позначення точки перегину, відрахувавши відстань від попереднього пікету з точністю до 5 м (1 мм відповідає 5 м). У графі «Ухил / Відстань» проводять вертикальну лінію і зліва від неї пишуть

знайдену відстань від попереднього пікету. Позначку землі H_3 в точці перегину проектної лінії знаходять за формулами

$$H_3 = H_{\text{лів}} + \frac{H_{\text{пр}} - H_{\text{лів}}}{d} d_{\text{лів}} \text{ або } H_3 = H_{\text{пр}} + \frac{H_{\text{лів}} - H_{\text{пр}}}{d} d_{\text{пр}},$$

де d - відстань між лівою і правою точками перегину профілю землі, між якими знаходиться намічена проектувальником точка перегину проектної лінії, м,

$H_{\text{лів.}}, H_{\text{пр.}}$ - позначки землі в лівій і правій точках перегину профілю землі, м,

$d_{\text{лів.}}, d_{\text{пр.}}$ - відстань від точки перегину проектної лінії до лівої і правої точок перегину профілю землі, м.

На наступному етапі розрахунків рекомендується спочатку обчислити позначки точок перегину проектної лінії, а потім розташованих між перегинами пікетів і плюсових точок, використовуючи заокруглені значення ухилів окремих ділянок проектної лінії:

$$H_{n+1} = H_n + id,$$

де H_{n+1} та H_n - проектні відмітки наступної і попередньої точок, м,

d - відстань між точками, м.

4.2. Приклад побудови і розрахунку проектної лінії.

Після аналізу лінії землі за основу другої ділянки проектної лінії взяли лінію землі від ПК2 до ПК4, продовжену до поверхні землі в проміжку між ПК4 + 50 і ПК5 (рис. 2) За допомогою горизонтального масштабу визначили пікетажне позначення цієї точки перегину проектної лінії - ПК4 + 80. Обчислюємо позначку землі в цій точці за позначками сусідніх точок: $H_{\text{лів}} = H_{\text{ПК4}} + 50 = 52,66$ м; $H_{\text{пр}} = H_{\text{ПК5}} = 53,40$ м; відстань між сусідніми точками перегину профілю землі $d = 50$ м; відстань до лівої точки перегину профілю землі $d_{\text{лів}} = 30$ м, відстань до правої точки перегину профілю землі $d_{\text{пр}} = 20$ м.

$$H_{\text{ПК4}+80} = 52,66 + \frac{53,40\text{м} - 52,66\text{м}}{50\text{м}} 30\text{м} = 52,66 + 0,44 = 53,10\text{м}.$$

Контроль:

$$H_{\text{ПК}4+80} = 53,40 + \frac{52,66\text{м} - 53,40\text{м}}{50\text{м}} 20\text{м} = 53,40\text{м} - 0,30\text{м} \\ = 53,10\text{м}.$$

Цю позначку виписуємо в графу «Позначка землі» і укласти в круглі дужки (рис.7). За основу третьої ділянки попередньо намітили лінію від поверхні землі в точці ПК4 + 80 до поверхні землі в точці ПК7.

Четверту ділянку вирішено запроєктувати горизонтальною (таких ділянок може бути кілька і їх намічають заздалегідь). Як запроєктувати першу ділянку? Якщо з'єднати точки поверхні землі на ПК0 і ПК2, то висота насипу в точках ПК0 + 72 і ПК1 явно перевищує допуск в 3,00 м і, крім того, на даній ділянці об'єм насипу значно перевищує сумарний об'єм виїмки (рис. 5, а). Зауважимо, що обсяги насипу і виїмки можна оцінювати по площах геометричних фігур, що відсікаються передбачуваної проектною лінією.

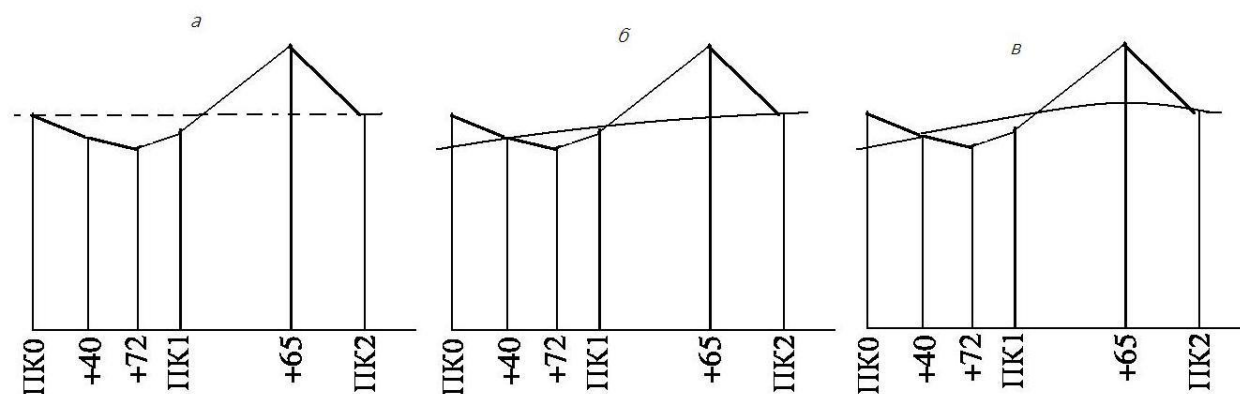


Рис. 5 Приклади побудови проектної лінії

Для дотримання приблизної рівності обсягів насипів і виїмок проектну лінію ПК0 - ПК2 проводимо так, щоб площі геометричних фігур, що відсікаються проектною лінією, були приблизно рівними (рис. 5, б). Цей варіант задовольняє всім вимогам, що пред'являються, але можна запропонувати ще один (рис. 5, в). Тут проектну лінію другої ділянки продовжили вліво до точки ПК1 + 65 і потім провели першу проектну лінію від ПК0 до наміченої точки ПК1 + 65 з розрахунком, щоб сумарна площа виїмки на ділянці ПК0 - ПК2 приблизно дорівнювала площі насипу. На цьому варіанті (рис. 5, в) ми і зупинили свій вибір.

Переходимо до розрахункової частини роботи.

При розрахунку ухилу першої ділянки i_1 (рис. 5а і рис.7) початкова проектна позначка була визначена графічно ($H_{\text{початков.}} = 54,00$ м); попередня кінцева проектна відмітка теж була визначена графічно, вона приблизно дорівнює 56,25 м; довжина проекрованої ділянки становить 165 м.

Тоді

$$i_1 = \frac{56.25 - 54.00}{165} = \frac{+2.25}{165\text{м}} = +0,0136.$$

Округлюємо це значення і одержуємо $i_1 = +0,014$.

Обчислюємо точну проектну відмітку кінцевої точки першої ділянки:

$$H_{\text{ПК1+65}} = H_{\text{ПК0}} + 0,014 \cdot 165 = 54,00 + 2,31 = 56,31.$$

Контролем правильності розрахунку ухилу є, щорозбіжність між точною (обчисленою) і попередньо взятою проектними позначками (у нашому прикладі воно склало $56,31 - 56,25 = 0,06$ м) не перевищує точності вертикального масштабу, яка дорівнює 0,25. Потім послідовно обчислюємо проектні відмітки інших пікетів і плюсових точок першої ділянки:

$$H_{\text{ПК0+40}} = H_{\text{ПК0}} + 0,014 \cdot 40 = 54,00 + 0,56 = 54,56,$$

$$H_{\text{ПК0+72}} = H_{\text{ПК0+40}} + 0,014 \cdot 32 = 54,56 + 0,45 = 55,01,$$

$$H_{\text{ПК1}} = H_{\text{ПК0+72}} + 0,014 \cdot 28 = 55,01 + 0,39 = 55,40.$$

Проводимо контроль:

$$H_{\text{ПК1+65}} = H_{\text{ПК1}} + 0,014 \cdot 65 = 55,40 + 0,91 = 56,31.$$

Обчислення правильне, так як отримана проектна позначка кінця першої ділянки дорівнює обчисленій раніше позначці. При розрахунку ухилу другої ділянки проектної лінії $H_{\text{початков.}} = 56,31$ м, попередня оцінка кінцевої точки дорівнює позначці поверхні землі на ПК4 + 80, тобто $H_{\text{кінц.}} = 53,10$ м. Довжина другої ділянки становить 315 м. Обчислюємо ухил другої ділянки:

$$i_2 = \frac{53.10 - 56.31}{315} = \frac{-3.21}{315} = -0,0102.$$

Округлюємо це значення і отримуємо $i_2 = -0,010$. Розраховуємо проектну відмітку кінця другої ділянки: $H_{\text{ПК4+80}} = H_{\text{ПК1+65}} + (-0,010) \cdot 315 = 56,31 + 3,15 = 53,16$.

Контроль розрахунку ухилу другої ділянки проектної лінії:

$$53,16 - 53,10 = 0,06 < 0,25.$$

Обчислюємо проектні позначки інших точок другої ділянки:

$$H_{\text{ПК}2} = H_{\text{ПК}1+65} + (-0,010) \cdot 35 = 56,31 - 0,35 = 55,96,$$

$$H_{\text{ПК}3} = H_{\text{ПК}2} + (-0,010) \cdot 100 = 55,96 - 1,00 = 54,96,$$

$$H_{\text{ПК}4} = H_{\text{ПК}3} + (-0,010) \cdot 100 = 54,96 - 1,00 = 53,96,$$

$$H_{\text{ПК}4+50} = H_{\text{ПК}4} + (-0,010) \cdot 50 = 53,96 - 0,50 = 53,46.$$

Проводимо контроль обчислень:

$$H_{\text{ПК}4+80} = H_{\text{ПК}4+50} + (-0,010) \cdot 100 = 53,46 - 0,30 = 53,16.$$

При розрахунку ухилу третьої ділянки $H_{\text{початков.}} = 53,16$ м; величину $H_{\text{кінц.}}$ попередньо беремо рівною позначці землі в точці ПК7 ($H_{\text{кінц.}} = 59,29$ м). Довжинатретьої ділянки становить 220м.

Обчислюємо ухил третьої ділянки:

$$i_1 = \frac{59,29 - 53,16}{220} = \frac{+6,13}{220} = +0,0279 = +0,028.$$

Обчислений ухил виявився більше керівного ухилу i_p , тобто вимог не виконані. У цьому випадку або заново проектується попередня ділянка, або ухил приймають рівним керівному з подальшою оцінкою результатів розрахунків. Отже, попередньо приймаємо $i_3 = i_p = -0,025$.

Обчислюємо проектну позначку кінця третьої ділянки:

$$H_{\text{ПК}7} = H_{\text{ПК}4+80} + (+0,025) \cdot 220 = 53,16 + 5,50 = 58,66.$$

Цю позначку відкладаємо в масштабі на ординаті, що проходить через точку ПК7, і олівцем проводимо проектну лінію від точки ПК4 + 80 до щойно відкладеної точки ПК7. Окомірна оцінка показує, що наведені вище вимоги виконуються, тобто об'єми насипів і виїмок надані ділянці незначні і приблизно рівні, а робочі позначки допустимі (обчислення робочих відміток розглянуто нижче).

Таким чином, остаточно приймаємо $i_3 = -0,025$ і обчислюємо проектні відмітки пікетів і плюсових точок другої ділянки.

Решта обчислення аналогічні вище розглянутим. Так як четверта ділянка горизонтальна ($i_4 = 0,000$), то проектні позначки усіх точок четвертої ділянки рівні проектній кінцевій по значці третьої ділянки, тобто $H_{пк7} = H_{пк8} = 58,66$ м.

4.3. Перенесення результатів обчислень на профіль.

Результати обчислень наносять на профіль. У графі «Ухил / Відстань» окремі ділянки майбутньої траси розмежовують вертикальними лініями (координатами), причому, якщо точка перегину проектної лінії не збігається з пікетом, то зліва від вертикальної лінії треба записати відстань від неї до попереднього пікету. Напрямок ухилу умовно показують діагоналлю (підйом або спуск). Над діагоналлю записують значення ухилу в проміле (тисячні частки одиниці) без знаків "+" і "-", а під нею – довжину ділянки дороги в метрах.

Отримані проектні позначки вносяться в графу «Позначка осі траси». Проектну лінію лінійної споруди проводять за допомогою лінійки суцільною лінією товщиною 0,5 мм. Такою ж лінією проводять ординати від точок перегину проектної лінії до лінії умовного горизонту. У розглянутому прикладі (рис.6) перша ділянка запроектованої нами лінійної споруди йде на підйом, тому діагональ в графі «Ухил / Відстань» проведена від низу до верху; на другій ділянці – спуск, діагональ проведена зверху вниз; на третій ділянці – знову підйом, діагональ спрямована з низу вгору; четверта ділянка горизонтальна – в графі «Ухил / Відстань» проводимо посередині горизонтальну риску, над нею пишемо 0, під рискою – довжину ділянки.

4.4. Обчислення робочих відміток.

Робочі позначки H_p (висота насипу або глибина виїмки) обчислюють на кожному пікеті і плюсовій точці як різницю між проектною відміткою $H_{пр}$ і відповідною позначкою землі $H_з$. Позитивні робочі позначки, що показують висоту насипу, записують вище проектної лінії; негативні позначки, що показують глибину виїмки, записують нижче проектної лінії, зліва від ординати. Наприклад, в точці ПК1 робоча відмітка $h_p = 55,40 - 52,93 = + 2,47$ м

(записану вище проектної лінії); в точці ПК1 + 65 $h_p = 56,31 - 58,32 = -2,01$ м (записана нижче проектної лінії зліва від ординати рис.7), і так далі.

4.5. Знаходження точок нульових робіт.

Відстані d_l і d_p (рис. 6) до точки нульових робіт (точки перетину проектної лінії з лінією землі) визначають від найближчих пікетів або плюсових точок за формулами

$$d_l = \frac{h_l}{h_l + h_p} d \quad \text{и} \quad d_p = \frac{h_p}{h_l + h_p} d,$$

де h_l , h_p - робочі позначки відповідно лівої і правої точок, між котрими знаходиться точка нульових робіт, м,

d - відстань між цими точками, м.

Округлені до цілих метрів значення d_l і d_p записують лівіше і правіше ординати, проведеної пунктирною лінією з точки нульових робіт (рис.6).

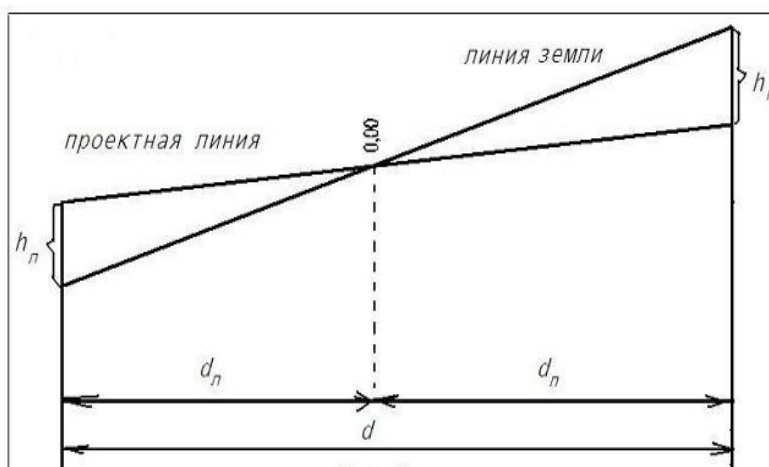


Рис.6 Знаходження точки нульових робіт.

У розглянутому прикладі відстані d_l і d_p до точки нульових робіт, що знаходиться між ПК1 і ПК1 + 65, вийшли наступні:

$$d_p = \frac{2,01}{2,47 + 2,01} 65 = 29,$$

$$d_l = \frac{2,47}{2,47 + 2,01} 65 = 36.$$

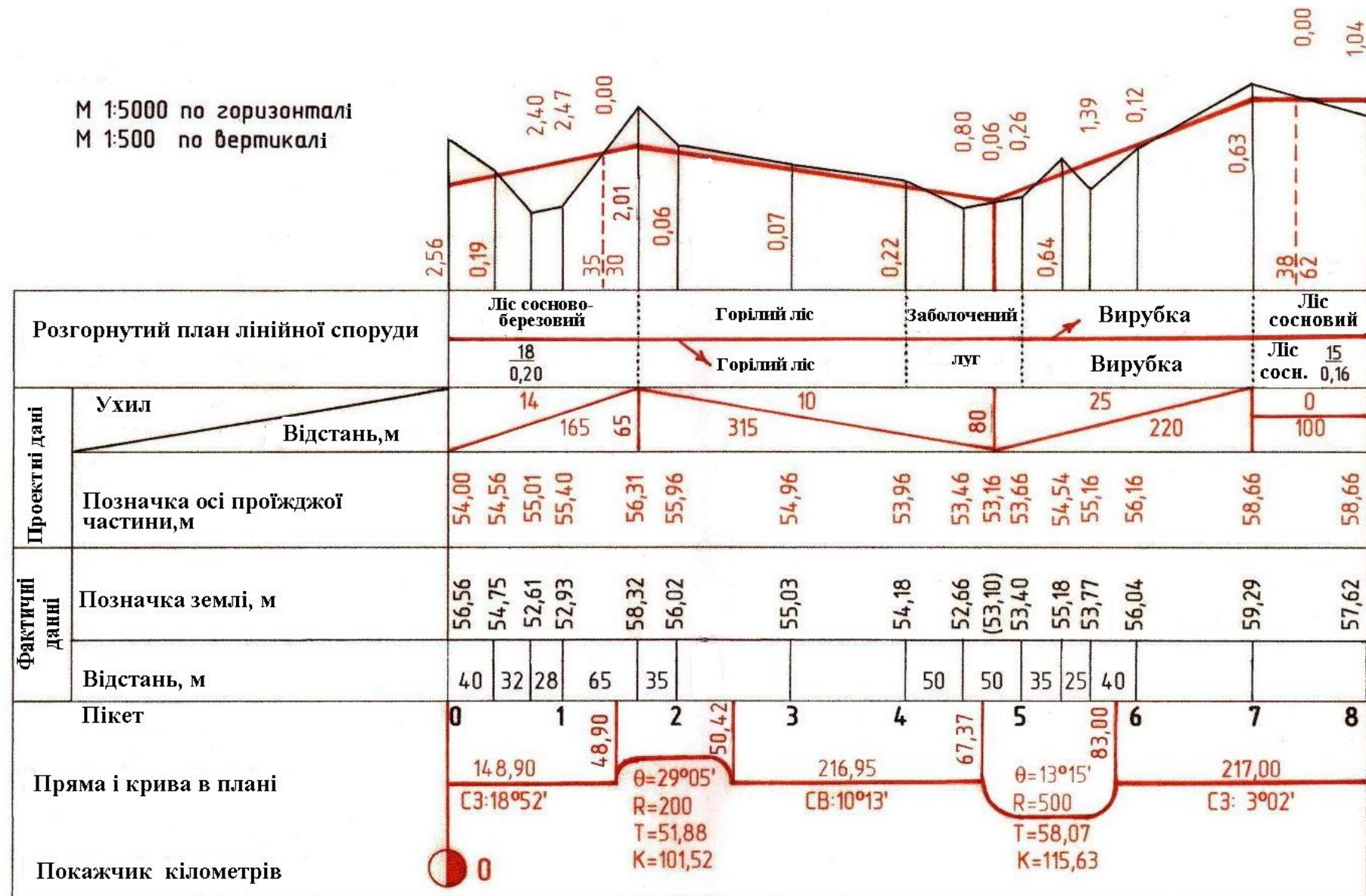


Рис. 7 Побудова проектної лінії

Контроль: $36 \text{ м} + 29 \text{ м} = 65 \text{ м} = d$.

Необхідно розрахувати і нанести на профіль не менше двох точок нульових робіт.

ВАРІАНТИ ЖУРНАЛІВ НІВЕЛЮВАННЯ

ВАРІАНТ 1

Номера точок	Відлік по рейці			Номера точок	Відлік по рейці		
	задні	передні	проміжні		задні	передні	проміжні
2	3	4	5	2	3	4	5
1-а сторінка				3-а сторінка			
Рп1	2332	-		ПК8	0541	-	
	7120	-			5327	-	
ПК0	0338	1618		Х3	0418	2952	
	5122	6402			5203	7742	
ПК1	0925	2650		ПК9	0676	2374	
	5710	7431			5461	7161	
ПК2	2173	2198		ПК10	0205	2116	
	6959	6983			4991	6904	
+75	-	-	0952	Х4	1535	2817	
	-	-			6319	7607	
	0417	1821		+40	-	-	2798
	5202	6609			-	-	
Х1	1196	2886		+60	-	-	2793
	5980	7673			-	-	
ПК4	-	1743		Х5	2699	1094	
	-	6528			7486	5878	
				ПК11	-	0328	
					-	5113	
2-а сторінка				4-а сторінка			
ПК4	2903	-		ПК11	2985	-	
	7689	-			7767	-	
+65	-	-	2709	ПК12	-	-	1105
	-	-			-	-	
ПК5	-	-	0251	+21	-	-	0254
	-	-			-	-	
+37	2606	2727		ПК13	0544	1238	
	7391	7511			5329	6024	
+61	-	-	2939	+45	-	-	2420
	-	-			-	-	
ПК6	-	-	1657	ПК14	2071	0992	
	-	-			6855	5776	
Х2	2977	0291		+23	-	-	0256
	7759	5072			-	-	
+64	-	-	0203	ПК15	1445	1835	
	-	-			6232	6619	
ПК7	0808	1537		Рп2	-	0739	
	5592	6320			-	5527	
+34	-	-	1952				
	-	-					
ПК8	-	1138					
	-	5925					

ВАРІАНТ 2

Номера точок	Відлік по рейці			Номера точок	Відлік по рейці		
	задні	передні	проміжні		задні	передні	проміжні
2	3	4	5	2	3	4	5
1-а сторінка				3-а сторінка			
Рп1	1745	-		ПК8	0794	-	
	6530	-			5579	-	
ПК0	0647	0733		ПК9	0412	2242	
	5431	5520			5197	7023	
ПК1	2176	1917		ПК10	0205	2723	
	6962	6699			4991	7505	
+75	-		0954	X4	1500	2817	
	-				6284	7607	
ПК2	0305	1829		+42	-	-	2760
	5091	6614			-	-	
X1	1200	2773		+62	-	-	2755
	5984	7559			-	-	
ПК3	2947	1748		X5	2699	1064	
	7733	6530			7486	5848	
+65	-	-	2750	ПК11	-	0328	
	-	-			-	5113	
ПК4	-	-	0198				
	-	-					
+36	-	2770					
	-	7555					
2-а сторінка				4-а сторінка			
+36	2606	-		ПК11	2890	-	
	7391	-			7672	-	
+64	-	-	2936	ПК12	-	-	1014
	-	-			-	-	
ПК5	-	-	1660	+20	-	-	0213
	-	-			-	-	
X2	2879	0292		ПК13	0561	1238	
	7660	5079			5346	6024	
+61	-	-	0204	+44	-	-	2431
	-	-			-	-	
ПК6	1003	1433		ПК14	2071	0998	
	5786	6217			6855	5783	
+40	-	-	2150	+24	-	-	0254
	-	-			-	-	
ПК7	0204	1333		ПК15	1512	1835	
	4988	6115			6294	6619	
X3	0662	2918		Рп2	-	1013	
	5445	7698			-	5798	
ПК8	-	2320					
	-	7103					

ВАРІАНТ 3

Номера точок	Відлік по рейці			Номера точок	Відлік по рейці		
	задній	передній	проміжний		задній	передній	проміжний
2	3	4	5	2	3	4	5
1-а сторінка				3-а сторінка			
Рп1	2332	-		ПК7	0685	-	
	7120	-			5471	-	
ПК0	1878	0984		ПК8	0354	2115	
	6664	5771			5139	6898	
+77	-	-	0656	ПК9	0700	2679	
	-	-			5486	7460	
ПК1	0193	1531		ПК10	0100	1974	
	4978	6314			4886	6760	
X1	1241	2924		X4	1000	2710	
	6026	7710			5785	7500	
ПК2	2950	1526		+39	-	-	2230
	7736	6315			-	-	
+64	-	-	2744	+60	-	-	2225
	-	-			-	-	
ПК3	-	-	0195	X5	2741	0560	
	-	-			7528	5345	
+38	-	2777		ПК11	-	0348	
	-	7561			-	5133	
2-а сторінка				4-а сторінка			
+38	2645	-		ПК11	2971	-	
	7429	-			7760	-	
+63	-	-	2950	ПК12	-	-	1095
	-	-			-	-	
ПК4	-	-	1669	+22	-	-	0239
	-	-			-	-	
X2	2874	0302		ПК13	0616	1224	
	7661	5087			5400	6011	
+65	-	-	0215	+45	-	-	2490
	-	-			-	-	
ПК5	0710	1455		ПК14	2541	1063	
	5495	6240			7325	5847	
+35	-	-	1860	+23	-	-	0627
	-	-			-	-	
ПК6	0477	1033		ПК15	1380	2300	
	5261	5814			6164	7087	
X3	0421	2496		Рп2	-	1347	
	5206	7284			-	6130	
ПК7	-	2769					
	-	7555					

ВАРІАНТ 4

Номера точок	Відлік по рейці			Номера точок	Відлік по рейці		
	задні	передні	проміжні		задні	передні	проміжні
2	3	4	5	2	3	4	5
1-а сторінка				3-а сторінка			
Рп1	1363	-		ПК8	0787	-	
	6144	-			5571	-	
ПК0	0187	0818		ПК9	1926	2055	
	4972	5603			6707	6836	
X1	1044	2730		+76	-	-	0701
	5829	7513			-	-	
ПК1	2924	1525		ПК10	0231	1571	
	7708	6310			5017	6354	
+66	-	-	2724	X4	1331	2840	
	-	-			6115	7630	
ПК2	-	-	0264	+40	-	-	2585
	-	-			-	-	
+39	2629	2747		+60	-	-	2581
	7416	7532			-	-	
+64	-	-	2980	X5	2900	0890	
	-	-			7685	5674	
ПК3	-	-	1699	ПК11	-	0530	
	-	-			-	5315	
X2	-	0260					
	-	5044					
2-а сторінка				4-а сторінка			
X2	2936	-		ПК11	2952	-	
	7719	-			7739	-	
+65	-	-	0203	ПК12	-	-	1098
	-	-			-	-	
ПК4	0791	1543		+23	-	-	0251
	5575	6328			-	-	
+38	-	-	1941	ПК13	0712	1212	
	-	-			5497	6000	
ПК5	0379	1116		+47	-	-	2600
	5162	5904			-	-	
X3	0598	2804		ПК14	2470	1162	
	5383	7586			7254	5945	
ПК6	0801	2547		+23	-	-	0561
	5587	7336			-	-	
ПК7	0377	2240		ПК15	1577	2233	
	5162	7028			6365	7017	
ПК8	-	2676		Рп2	-	0715	
	-	7463			-	5500	

ВАРІАНТ 5

Номера точок	Відлік по рейці			Номера точок	Відлік по рейці		
	задні	передні	проміжні		задні	передні	проміжні
2	3	4	5	2	3	4	5
1-а сторінка				3-а сторінка			
Рп1	1247	-		ПК8	2230	-	
	6032	-			7014	-	
ПК0	2908	1390		+70	-	-	1010
	7693	6173			-	-	
+69	-	-	2707	ПК9	0317	1882	
	-	-			5103	6667	
ПК1	-	-	0247	X3	0909	2831	
	-	-			5692	7614	
+38	2579	2734		ПК10	0200	1420	
	7364	7522			4986	6203	
+62	-	-	1649	X4	1700	2817	
	-	-			6484	7607	
ПК2	-	-	1640	+38	-	-	2970
	-	-			-	-	
X1	2941	0205		+60	-	-	2966
	7730	4990			-	-	
+68	-	-	0217	X5	2909	1154	
	-	-			7696	5938	
ПК3	-	1557		ПК11	-	0528	
	-	6342			-	5313	
2-а сторінка				4-а сторінка			
ПК3	0942	-		ПК11	2895	-	
	5727	-			7677	-	
+35	-	-	2090	ПК12	-	-	1040
	-	-			-	-	
ПК4	0317	1274		+19	-	-	0221
	5103	6058			-	-	
X2	0579	2846		ПК13	0904	1145	
	5363	7630			5689	5931	
ПК5	0780	2420		+44	-	-	2784
	5565	7207			-	-	
ПК6	0412	2217		ПК14	2900	1343	
	5198	7004			7685	6125	
ПК7	0841	2724		+25	-	-	1005
	5625	7510			-	-	
ПК8	-	2115		ПК15	1935	2731	
	-	6895			6721	7514	
				Рп2	-	0421	
					-	5206	

ВАРІАНТ 6

Номера точок	Відлік по рейці			Номера точок	Відлік по рейці		
	задні	передні	проміжні		задні	передні	проміжні
2	3	4	5	2	3	4	5
1-а сторінка				3-а сторінка			
Рп1	1883	-		Х3	0882	-	
	6671	-			5668	-	
ПК0	0338	1169		ПК9	2962	1594	
		5953			7745	6383	
+35	2567	2931		+66	-	-	2662
	7351	7716			-	-	
+60	-	-	2917	ПК10	0191	0200	
	-	-			4977	4985	
ПК1	-	-	1637	Х4	1037	2812	
	-	-			5821	7602	
Х1	2895	0184		+39	-	-	2290
	7679	4970			-	-	
+63	-	-	0194	+60	-	-	2287
	-	-			-	-	
ПК2	0817	1514		Х5	2685	0592	
	5602	6298			7471	5376	
+35	-	-	1967	ПК11	-	0327	
	-	-			-	5112	
ПК3	-	1145					
	-	5930					
2-а сторінка				4-а сторінка			
ПК3	0498	-		ПК11	2971	-	
	5281	-			7753	-	
Х2	0508	2643		ПК12	-	-	1100
	5295	7422			-	-	
ПК4	0763	2735		+21	-	-	0251
	5547	7523			-	-	
ПК5	0441	2203		ПК13	0599	1241	
	5225	6991			5384	6026	
ПК6	0787	2753		+47	-	-	2485
	5573	7533			-	-	
ПК7	2197	2055		ПК14	2571	1040	
	6981	6837			7357	5823	
+78	-	-	0977	+24	-	-	0640
	-	-			-	-	
ПК8	0513	1846		ПК15	1273	2335	
	5299	6630			6061	7119	
Х3	-	2826		Рп2	-	0541	
	-	7611			-	5326	

ВАРІАНТ 7

Номера точок	Відлік по рейці			Номера точок	Відлік по рейці		
	задні	передні	проміжні		задні	передні	проміжні
2	3	4	5	2	3	4	5
1-а сторінка				3-а сторінка			
Рп1	1065	-		+34	1761	-	
	5847	-			6547	-	
ПК0	2157	1917		+62	-	-	2115
		6703			-	-	
X1	2590	0361		ПК10	0220	0829	
	7371	5145			5006	5617	
+65	-	-	0215	X4	1534	2832	
	-	-			6318	7622	
ПК1	0723	1555		+40	-	-	2793
	5508	6338			-	-	
+35	-	-	1873	+60	-	-	2787
	-	-			-	-	
ПК2	0264	1051		X5	2685	1093	
	5048	5836			7473	5877	
X2	0644	2878		ПК11	-	0314	
	5429	7666			-	5099	
ПК3	1023	2404					
	5808	7188					
ПК4	-	2466					
	-	7249					
2-а сторінка				4-а сторінка			
ПК4	0410	-		ПК11	2972	-	
	5196	-			7754	-	
ПК5	0943	2710		ПК12	-	-	1098
	5727	7495			-	-	
ПК6	1741	2227		+20	-	-	0250
	6528	7015			-	-	
+75	-	-	0518	ПК13	0558	1225	
	-	-			5342	6011	
ПК7	0404	1388		+43	-	-	2433
	5188	6172			-	-	
X3	1144	2888		ПК14	2077	1005	
	5930	7672			6861	5788	
ПК8	2831	1680		+22	-	-	0221
	7615	6465			-	-	
+66	-	-	2631	ПК15	2940	1841	
	-	-			7727	6625	
ПК9	-	-	0214	Рп2	-	0660	
	-	-			-	5445	
+34	-	2661					
	-	7448					

ВАРІАНТ 8

Номера точок	Відлік по рейці			Номера точок	Відлік по рейці		
	задні	передні	проміжні		задні	передні	проміжні
2	3	4	5	2	3	4	5
1-а сторінка				3-а сторінка			
Рп1	1684	-		+37	2608	-	
	6469	-			7394	-	
ПК0	0918	1135		+64	-	-	2943
		5922			-	-	
+38	-	-	2069	ПК9	-	-	1660
	-	-			-	-	
ПК1	0184	1246		X3	2984	0308	
	4969	6030			7770	5096	
X1	0695	2887		+65	-	-	1520
	5480	7670			-	-	
ПК2	0855	2372		ПК10	0195	1522	
	5641	7153			4981	6308	
ПК3	0470	2296		X4	1543	2793	
	5255	7078			6331	7579	
ПК4	0908	2788		+38	-	-	2809
	5693	7576			-	-	
ПК5	-	2175		+61	-	-	2804
	-	6960			-	-	
				X5	2682	1090	
					7463	5874	
				ПК11	-	0316	
					-	5100	
2-а сторінка				4-а сторінка			
ПК5	1654	-		ПК11	2776	-	
	6437	-			7561	-	
+80	-	-	0433	ПК12	-	-	0909
	-	-			-	-	
ПК6	0407	1307		+24	-	-	0212
	5193	6089			-	-	
X2	1178	2827		ПК13	0697	1045	
	5961	7611			5482	5831	
ПК7	2850	1781		+46	-	-	2543
	7634	6561			-	-	
+65	-	-	2650	ПК14	2265	1121	
	-	-			7051	5910	
ПК8	-	-	0202	+23	-	-	0341
	-	-			-	-	
+37	-	2675	2631	ПК15	2467	1991	
	-	7461			7259	6777	
				Рп2	-	1651	
					-	6442	

ВАРІАНТ 9

Номера точок	Відлік по рейці			Номера точок	Відлік по рейці		
	задні	передні	проміжні		задні	передні	проміжні
2	3	4	5	2	3	4	5
1-а сторінка				3-а сторінка			
Рп1	1844	-		ПК9	1041	-	
	6630	-			5826	-	
ПК0	0388	0988		+35	-	-	2184
		5776			-	-	
X1	0607	2968		ПК10	0055	1369	
	5392	7749			4841	6154	
ПК1	0916	2401		X4	1430	2701	
	5699	7182			6216	7490	
ПК2	0580	2378		+38	-	-	2665
	5366	7160			-	-	
ПК3	0966	2868		+59	-	-	2661
	5751	7656			-	-	
ПК4	1791	2231		X5	2777	0964	
	6576	7016			7564	5748	
+75	-	-	0566	ПК11	-	0400	
	-	-			-	5186	
ПК5	-	1445					
	-	6229					
2-а сторінка				4-а сторінка			
ПК5	0518	-		ПК11	2998	-	
	5303	-			7780	-	
X2	1040	2806		ПК12	-	-	1132
	5824	7591			-	-	
ПК6	2931	1774		+25	-	-	0287
		6557			-	-	
+69	-	-	2732	ПК13	0940	1250	
	-	-			5725	6036	
ПК7	-	-	0197	+47	-	-	2813
	-	-			-	-	
+38	2623	2758		ПК14	2370	1390	
	7407	7538			7154	6173	
+62	-	-	2948	+23	-	-	0365
	-	-			-	-	
ПК8	-	-	1673	ПК15	1569	2141	
	-	-			6353	6925	
X3	2984	0328		Рп2	-	1004	
	7768	5109			-	5789	
+65	-	-	0204				
	-	-					
ПК9	-	1512					
	-	6300					

ВАРІАНТ 0

Номера точок	Відлік по рейці			Номера точок	Відлік по рейці		
	задні	передні	проміжні		задні	передні	проміжні
2	3	4	5	2	3	4	5
1-а сторінка				3-а сторінка			
Рп1	2131	-		ПК8	0713	-	
	6919	-			5499	-	
ПК0	0675	1415		+35	-	-	1862
		6201			-	-	
ПК1	0388	2116		ПК9	0541	1043	
	5172	6904			5327	5829	
ПК2	0817	2699		X3	0418	2950	
	5602	7480			5203	7740	
ПК3	2074	2091		ПК10	0305	2377	
	6859	6874			5091	7163	
+75	-	-	0855	X4	1535	2917	
	-	-			6319	7707	
ПК4	0333	1724		+40	-	-	2798
	5118	6508			-	-	
X1	1204	2862		+60	-	-	2794
	5990	7649			-	-	
ПК5	-	1693		X5	2715	1094	
	-	6479			7498	5878	
				ПК11	-	0345	
					-	5129	
2-а сторінка				4-а сторінка			
ПК5	2897	-		ПК11	2885	-	
	7684	-			7667	-	
+65	-	-	2691	ПК12	-	-	0995
	-	-			-	-	
ПК6	-	-	0192	+23	-	-	0207
	-	-			-	-	
+37	2560	2728		ПК13	0544	1138	
	7344	7511			5329	5924	
+62	-	-	2889	+46	-	-	2417
	-	-			-	-	
ПК7	-	-	1612	ПК14	2271	0992	
	-	-			7055	5775	
X2	2976	0242		+24	-	-	0354
	7762	5022			-	-	
+63	-	-	0199	ПК15	2012	2035	
	-	-			6799	6819	
ПК8	-	1537		Рп2	-	1304	
	-	6320			-	6088	

Позначки початкового і кінцевого реперів,м

Варіант	Перша буква фамілії студента							
	А,Б,В,Г	Д,Е,Є,Ж	З,И,І,Ї	К,Л,М,Н	О,П,Р,С	Т,У,Ф,Х	Ц,Ч,Ш,Щ	Ю,Я
1	64,796	26,889	84,977	32,549	49,217	40,524	66,177	54,547
	59,546	21,527	79,718	27,188	43,939	35,175	61,928	49,215
2	57,945	73,650	44,193	79,736	39,040	25,253	50,374	68,714
	52,585	68,378	38,924	74,465	33,702	20,007	45,045	63,363
3	35,175	43,161	64,926	25,446	53,761	58,300	73,177	76,345
	29,920	37,804	59,584	20,090	48,488	53,053	67,900	71,015
4	26,478	82,816	33,556	49,467	40,742	54,410	62,305	70,345
	21,123	77,548	28,222	44,206	35,401	49,049	57,057	65,065
5	46,537	52,561	59,915	36,415	64,569	27,553	42,397	73,268
	41,277	47,209	54,641	31,074	59,301	22,222	37,037	68,017
6	52,078	25,528	78,404	49,785	37,982	31,307	59,212	67,439
	46,745	20,266	73,050	44,529	32,634	26,026	53,850	62,162
7	83,152	71,968	39,403	48,930	29,470	44,829	55,164	62,343
	77,877	66,631	34,124	43,580	24,217	39,470	49,917	57,003
8	29,499	36,129	45,926	60,749	69,577	52,856	40,284	76,436
	24,159	30,872	40,567	55,478	64,224	47,577	35,035	71,100
9	83,383	41,325	54,034	45,593	36,104	61,956	69,338	29,353
	78,113	35,983	48,775	40,254	30,848	56,600	64,064	24,024
0	71,810	48,952	40,007	28,305	59,616	34,435	54,399	78,342
	66,475	43,700	34,668	23,029	54,258	29,177	49,049	73,073

Примітка: в чисельнику позначки Рп1, в знаменнику - Рп2

ПІКЕТАЖНА КНИЖКА

Варіант 1

Вирубка	ПК15	Вирубка
	+23	
	ПК14	
	+45	
Ліс березовий	ПК13	Ліс березовий
<u>18</u>		<u>18</u>
0,16		0,16
	+21	
	ПК12	
	ПК11	
	+60	
	+48	
Ліс сосновий	ПК10	Ліс сосновий
<u>20</u>		<u>20</u>
0,20		0,20
	ПК9	
	ПК8	
	+34	
Ліс сосново-березовий	ПК7	Ліс сосново-березовий
<u>18</u>		<u>18</u>
0,20		0,20
	+61	
	+32	
	ПК5	
	+65	
Луг	ПК4	Луг
	ПК3	
	+75	
Вирубка	ПК2	Вирубка
	ПК1	
	ПК0	

Варіант 2

Луг	ПК15	Луг
	+24	
	ПК14	
	+44	
Ліс сосновий	ПК13	Ліс сосновий
<u>20</u>		<u>20</u>
0,20		0,20
	+20	
	ПК12	
Вирубка	ПК11	Вирубка
	+62	
	+42	
	ПК10	
Ліс сосново-березовий	ПК9	Ліс сосново-березовий
<u>18</u>		<u>18</u>
0,20		0,20
	ПК8	
	ПК7	
	+40	
Ліс смерековий	ПК6	Ліс смерековий
<u>24</u>		<u>24</u>
0,30		0,30
	+61	
	ПК5	
	+64	
	+36	
Верба 1.5	ПК4	Верба 1.5
	+65	
	ПК3	
	ПК2	
	+75	
Горілий ліс	ПК1	Горілий ліс
	ПК0	

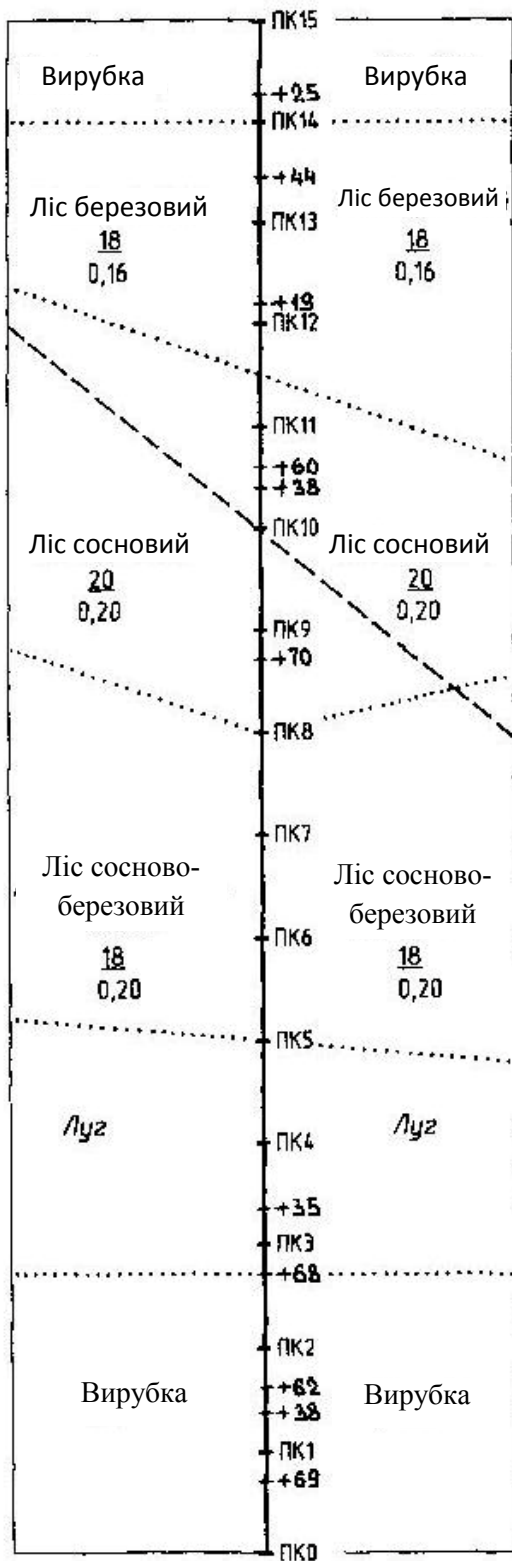
Варіант 3

Вирубка	ПК15	Вирубка
	+23	
	ПК14	
Ліс сосновий	+45	Ліс сосновий
<u>18</u>	ПК13	<u>18</u>
0,16		0,16
	+23	
	ПК12	
	ПК11	
	+60	
	+39	
Ліс смерековий	ПК10	Ліс смерековий
<u>20</u>		<u>20</u>
0,24	ПК9	0,24
	ПК8	
	ПК7	
Ліс смереково- березовий	ПК6	Ліс смереково- березовий
<u>18</u>	+35	<u>18</u>
0,20	ПК5	0,20
	+65	
Верба 1,0	ПК4	Верба 1,0
	+63	
	+38	
	ПК3	
	+64	
	ПК2	
Вирубка	ПК1	Вирубка
	+77	
	ПК0	

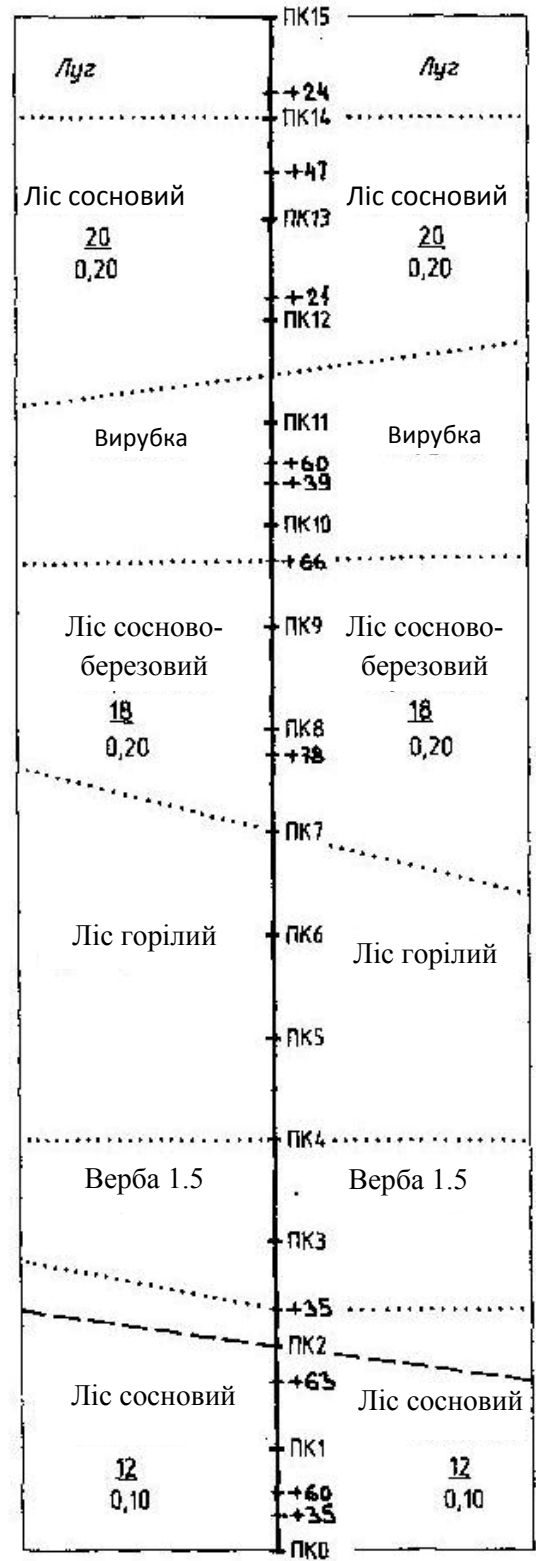
Варіант 4

Верба 1,0	ПК15	Верба 1,0
	+23	
	ПК14	
Ліс березовий	+47	Ліс березовий
<u>20</u>	ПК13	<u>20</u>
0,20		0,20
	+23	
	ПК12	
Вирубка	ПК11	Вирубка
	+60	
	+40	
	ПК10	
	+76	
Ліс березовий	ПК9	Ліс березовий
<u>18</u>	ПК8	<u>18</u>
0,20		0,20
	ПК7	
Ліс смерековий	ПК6	Ліс смерековий
<u>24</u>	ПК5	<u>24</u>
0,30		0,30
	+38	
	ПК4	
Верба 1,0	+65	Верба 1,0
	ПК3	
	+64	
	+39	
	ПК2	
	+66	
Ліс горілий	ПК1	Ліс горілий
	ПК0	

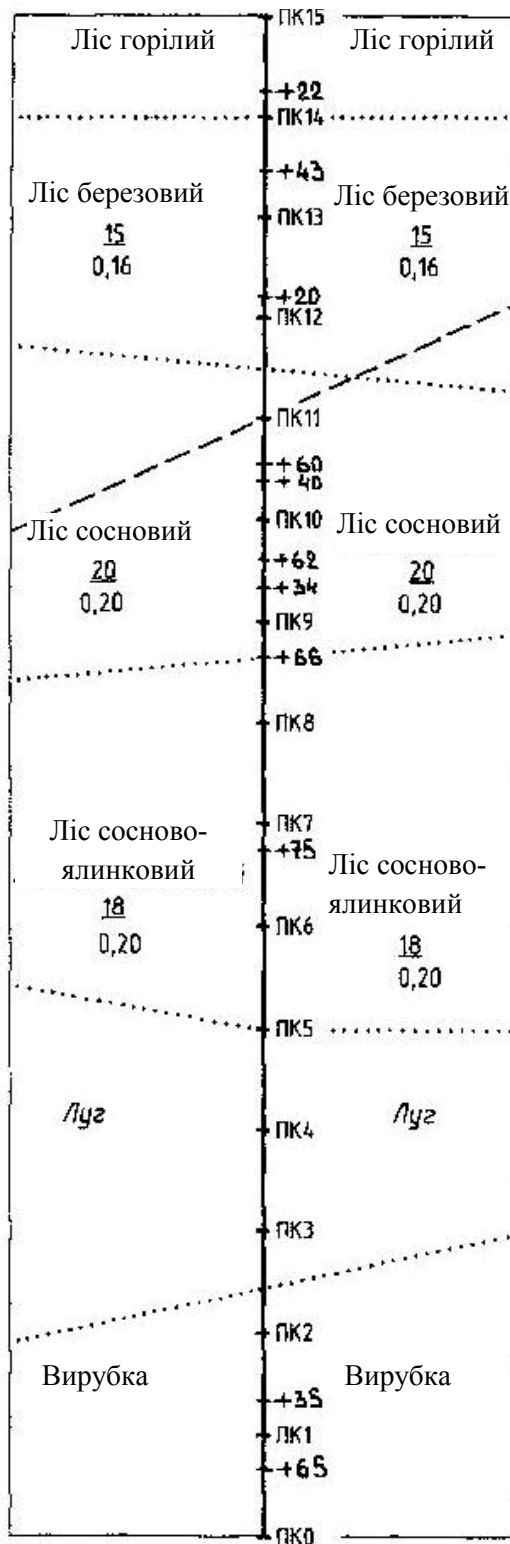
Варіант 5



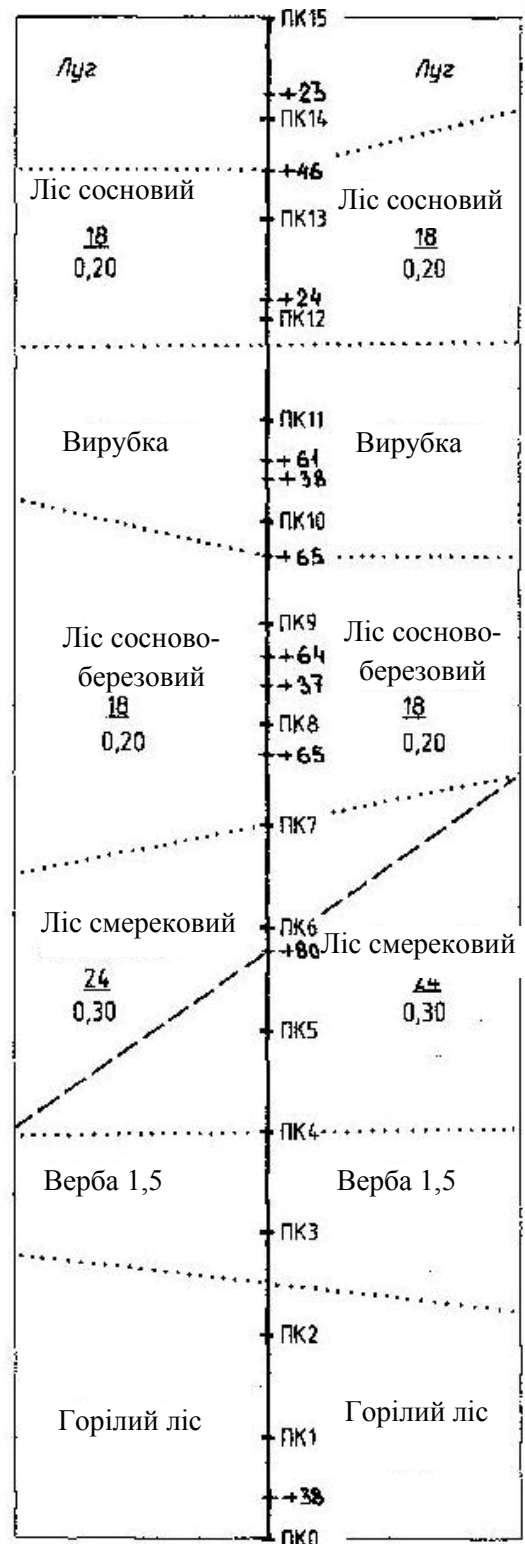
Варіант 6



Варіант 7



Варіант 8



Варіант 9 Варіант 0

Верба 2,0	ПК15	Верба 2,0
	+23	
	ПК14	
Ліс березовий	+47	Ліс березовий
<u>18</u>	ПК13	<u>18</u>
0,16		0,16
	+25	
	ПК12	
	ПК11	
	+59	
	+38	
Ліс сосновий	ПК10	Ліс сосновий
<u>20</u>	+35	<u>20</u>
0,20	ПК9	0,20
	+65	
	ПК8	
	+62	
	+38	
Ліс березовий	ПК7	Ліс березовий
<u>18</u>	+69	<u>18</u>
0,20	ПК6	0,20
	ПК5	
	+75	
Луг	ПК4	Луг
	ПК3	
	ПК2	
Вирубка	ПК1	Вирубка
	ПК0	

Вирубка	ПК15	Вирубка
	+24	
	ПК14	
Ліс сосновий	+46	Ліс сосновий
<u>20</u>	ПК13	<u>20</u>
0,20		0,20
	+23	
	ПК12	
Вирубка	ПК11	Вирубка
	+60	
	+40	
	ПК10	
Ліс березовий	ПК9	Ліс березовий
<u>14</u>	+35	<u>14</u>
0,12	ПК8	0,12
	+63	
	ПК7	
	+62	
Ліс смерековий	+37	Ліс смерековий
<u>24</u>	ПК6	<u>24</u>
0,30	+65	0,30
	ПК5	
Верба 1,5	ПК4	Верба 1,5
	+75	
	ПК3	
	ПК2	
Ліс горілий	ПК1	Ліс горілий
	ПК0	

Вихідні дані для розрахунку кривих

Варіант	1-а крива			2-а крива		
	ВУ	Θ	R	ВУ	Θ	R
Для студентів, фамілії котрих починаються з букв А,Б,В,Г,Д,Е,Є,Ж						
1	ПКЗ+48,78	7°16' лів	1300	ПК11+28,49	33°08' пр	500
2	ПКЗ+52,69	6°31' пр	1400	ПК11+33,72	40°08' лів	400
3	ПКЗ+54,90	8°11' лів	1100	ПК11+38,58	53°05' пр	300
4	ПКЗ+53,15	6°13' пр	1500	ПК11+20,65	24°05' лів	700
5	ПКЗ+54,86	7°43' лів	1200	ПК11+20,67	28°02' пр	600
6	ПКЗ+54,47	13°31' пр	700	ПК11+16,27	12°05' лів	1400
7	ПКЗ+59,96	17°59' лів	500	ПК11+15,01	13°02' пр	1300
8	ПКЗ+62,51	14°40' пр	600	ПК11+13,44	12°08' лів	1400
9	ПКЗ+59,74	11°32' лів	800	ПК11+06,17	16°08' пр	1100
0	ПКЗ+49,85	10°14' пр	900	ПК11+23,73	12°01' лів	1400
Для студентів, фамілії котрих починаються з букв З,И,І,К,Л, М,Н						
1	ПКЗ+51,74	10°08' лів	900	ПК11+21,12	14°11' пр	1200
2	ПКЗ+52,44	11°28' пр	800	ПК11+20,00	13°05' лів	1300
3	ПКЗ+55,87	12°44' лів	700	ПК11+13,77	16°02' пр	1100
4	ПКЗ+55,93	15°05' пр	600	ПК11+20,29	11°56' лів	1400
5	ПКЗ+55,91	10°10' лів	900	ПК11+16,30	13°07' пр	1300
6	ПКЗ+57,76	8°14' пр	1100	ПК11+35,34	53°02' лів	300
7	ПКЗ+57,61	7°40' лів	1200	ПК11+28,46	40°02' пр	400
8	ПКЗ+58,62	7°05' пр	1300	ПК11+18,08	27°53' лів	600
9	ПКЗ+61,47	6°26' лів	1400	ПК11+15,39	24°02' пр	700
0	ПКЗ+49,36	6°10' пр	1500	ПК11+36,09	40°05' лів	400
Для студентів, фамілії котрих починаються з букв О,П,Р,С,Т,У,Ф,Х						
1	ПКЗ+53,62	14°53' лів	600	ПК11+10,35	13°02' пр	1400
2	ПКЗ+55,33	17°46' пр	500	ПК11+18,98	14°17' лів	1200
3	ПКЗ+53,16	8°22' лів	1100	ПК11+21,47	24°08' пр	700
4	ПКЗ+52,71	7°49' пр	1200	ПК11+24,62	28°04' лів	600
5	ПКЗ+54,76	7°08' лів	1300	ПК11+24,84	32°56' пр	500
6	ПКЗ+55,72	10°20' пр	900	ПК11+13,51	13°16' лів	1300
7	ПКЗ+56,49	11°41' лів	800	ПК11+03,29	13°04' пр	1400
8	ПКЗ+56,11	7°55' пр	1200	ПК11+22,14	20°07' лів	800
9	ПКЗ+57,50	13°34' лів	700	ПК11+13,28	14°05' пр	1200
0	ПКЗ+54,32	14°32' пр	600	ПК11+19,43	13°20' лів	1300
Для студентів, фамілії котрих починаються з букв Ц,Ч,Ш,Щ, Ю,Я						
1	ПКЗ+50,77	6°35' лів	1400	ПК11+24,70	28°07' пр	600
2	ПКЗ+49,27	7°56' пр	1200	ПК11+27,64	33°04' лів	500
3	ПКЗ+51,23	10°29' лів	900	ПК11+16,33	14°26' пр	1200
4	ПКЗ+52,46	11°47' пр	800	ПК11+06,01	13°07' лів	1400
5	ПКЗ+59,18	14°40' лів	600	ПК11+23,56	10°07' пр	1600
6	ПКЗ+55,37	8°29' пр	1100	ПК11+24,92	20°02' лів	800
7	ПКЗ+55,27	10°32' лів	900	ПК11+12,29	10°08' пр	1700
8	ПКЗ+55,87	11°56' пр	800	ПК11+16,71	11°04' лів	1500
9	ПКЗ+57,11	13°38' лів	700	ПК11+08,90	9°08' пр	1900
0	ПКЗ+45,98	7°25' пр	1300	ПК11+25,48	24°01' лів	700

Азимути початкових напрямків А

Варіант	Перша буква фамілії студента					
	А,Б	В,Г	Д,Е,Є	Ж,З	И,І,Ї	К, Л
1	94°17'	5°45'	183°02'	274°44'	275°05'	4°44'
2	175°18'	266°07'	357°30'	85°40'	356°05'	174°54'
3	7°14'	96°07'	188°03'	277°03'	94°45'	6°56'
4	355°55'	176°06'	87°17'	265°40'	177°14'	357°19'
5	186°15'	5°45'	94°17'	275°18'	95°15'	3°43'
6	85°14'	354°19'	175°05'	264°58'	353°19'	173°19'
7	273°37'	185°27'	5°55'	94°44'	185°02'	4°12'
8	173°40'	84°19'	174°54'	357°07'	85°05'	356°55'
9	95°59'	184°04'	272°02'	3°03'	181°15'	274°43'
0	88°28'	175°45'	355°50'	267°07'	85°25'	265°41'
Варіант	Перша буква фамілії студента					
	М,Н,О	П,Р	С,Т,У	Ф,Х	Ц,Ч,Ш,	Щ, Ю,Я
1	93°12'	4°40'	184°06'	275°47'	276°09'	3°42'
2	176°10'	267°09'	356°39'	86°47'	355°03'	175°58'
3	5°19'	97°08'	187°08'	276°05'	93°40'	5°59'
4	356°50'	177°03'	86°14'	266°44'	176°15'	354°13'
5	184°12'	4°49'	93°19'	274°19'	94°19'	4°44'
6	87°19'	356°15'	176°07'	265°55'	354°17'	174°12'
7	274°35'	186°22'	4°54'	95°40'	184°09'	5°11'
8	174°47'	85°13'	175°57'	356°01'	86°09'	355°52'
9	94°54'	185°09'	273°09'	4°08'	183°10'	275°48'
0	87°23'	176°47'	356°55'	266°05'	86°29'	266°45'

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1.Островський А.Л. Геодезія. Ч.1. Топографія : навч. посібник. /А.Л.Островський – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011.–440 с.
- 2.Островський А.Л.Геодезія. Ч.2. : підруч. для вуз./А.Л.Островський, О.І. Мороз, В.Л. Тарнавський – Львів. НУ "Львівська політехніка", 2007. -508 с.
- 3 Топографія з основами геодезії : метод. вказ. до вивч. курсу/ уклад.В. В. Лозинський, В.В. Ключник. –Львів, 2011. – 24 с.
- 4.Лозинський В.В. Топографо-геодезичний довідник /В.В. Лозинський– Львів: Видавн. центр ЛНУ ім Івана Франка, 2009. – 215 с.
5. Ратушняк Г.С. Топографія з основами картографії /Г.С. Ратушняк– К.: Центр навч. літератури, 2003. – 208 с.
- 6.Лозинський В.В. Топографічні знімання ділянок місцевості :навч.- метод.вказ. з курсу “Топографія” /В.В. Лозинський. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2010.– 63 с.

[illegible]

Навчальне видання

Геодезія

Методичні рекомендації

Укладач: Задорожній Юрій Володимирович

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 2,0

Тираж 50 прим. Зам.№

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
5402. м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе , 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.

