

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4
ВВЕДЕННЯ ПОПРАВОК ЗА КУТ НАХИЛУ АЕРОЗНІМКА ТА ЗА РЕЛЬЄФ
МІСЦЕВОСТІ.

Мета роботи: Вивчити теоретичний матеріал по темі роботи та набути практичні навички для визначення поправок за кут нахилу аерознімка та за рельєф місцевості.

Теоретичні положення:

а) Оскільки предметна площина (місцевість) практично ніколи не є абсолютно рівною зображення на аерознімку спотворюється тим більше, чим виразніший рельєф місцевості і більший кут нахилу знімка. Спотворення на горизонтальному знімку внаслідок впливу рельєфу місцевості зображено на рис. 1, де

S – центр фотографування;

E – горизонтальна площина, прийнята за початкову для складання плану;

A – точка місцевості;

A₀ – ортогональна проекція т.А на площину E;

P – площина горизонтального знімка;

S₀ = f – фокусна відстань;

SO = H – висота фотографування;

OO₁ = h_a – h – перевищення т.А над горизонтальною

площиною; a – зображення т.А на аерознімку; a₀ – припустиме зображення т.А₀;

r₀ – відстань від головної точки знімка до припустимого зображення точки a₀ на аерознімку;

r – відстань від головної точки до зображення т.а на аерознімку.

aa₀ = δ_h = r - r₀ – зміщення т.А через вплив перевищення;

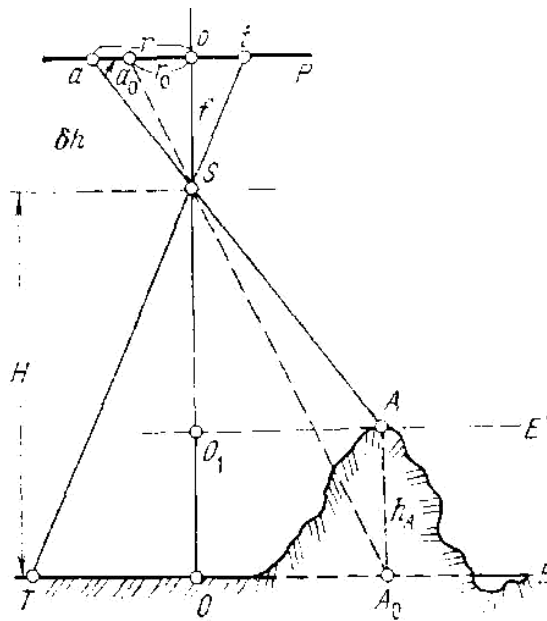


Рис 1 Зміщення точки на знімку внаслідок впливу рельєфу місцевості

Навіть на горизонтальному знімку зображення точок місцевості зміщені від свого істинного положення через вплив рельєфу місцевості. Величину зміщення в мм для практичних цілей можна розрахувати за формулою:

$$\delta_{hi} = \frac{r \cdot h}{H} \quad (1.1)$$

де r – відстань від точки надирі до зображення точки на знімку (мм), h – перевищення даної точки над середньою предметною площиною, м; H – висота фотографування, м;

Знак зміщення точки визначається знаком її перевищення (h) над предметною площиною, прийнятою за початкову.

За початкову площину береться звичайно середня площина ділянки місцевості. Висоту середньої площини вираховують, як середнє арифметичне відміток висот точок місцевості, яка зображена на аерознімку.

Всі поправки в положення точок за вплив рельєфу, знак яких протилежний знаку зміщення, вводяться від точки надирі або до неї, У точці надирі спотворення за рельєф відсутнє, однак її положення на аерознімку, як правило, не відоме. На аерознімках планового АФЗ відстань між головною точкою і точкою надирі дуже невелика, тому для введення поправок за рельєф використовують головну точку знімку.

З рис. 16 можна бачити, що при позитивному перевищенні (точка знаходиться

вище середньої предметної площини) зміщення відбувається від точки надира (головної точки). Отже, поправку потрібно відкладати до точки надиру (головної точки). Якщо точка місцевості знаходиться нижче середньої предметної площини, **поправка** відкладається від точки надиру (головної точки).

б) На аерознімках планового і перспективного аерознімання, як впливає з теорії перспективи, зміщення точок відбувається також через вплив кута нахилу знімка. Величину цього зміщення для планового аерознімання визначають за формулою:

$$\delta_{\alpha} = - \frac{r_c^2 \sin \alpha_c \cdot \cos \varphi}{f} \quad (1.2)$$

де r_c – відстань від точки нульових спотворень до даної точки, мм; α_c – сумарний кут нахилу аерознімка (по напрямку головної вертикалі); φ – кут між позитивним напрямком головної вертикалі і напрямком із точки нульових спотворень на дану точку; f – фокусна відстань аерофотоапарата.

Зміщення точок за вплив кута нахилу відбувається по центральних напрямках від точки нульових спотворень **с** чи до неї.

Зміщення за кут нахилу δ_{α} може бути додатною чи від'ємною величиною в залежності від знаку $\cos \varphi$.

Для точок, розташованих вище лінії неспотворених масштабів $h_c h_c$ (вбік лінії дійсного горизонту), $0 < \varphi < 90$ або $270 < \varphi < 360$, а тому $\cos \varphi$ додатній, а δ_{α} від'ємне (точки на похилому аерознімку зміщені до точки нульових спотворень, отже, виправлення повинне відкладатися від точки нульових спотворень; рис. 2).

Для точок, розташованих нижче лінії неспотворених масштабів $h_c h_c$ (вбік вісі перспективи), $90 < \varphi < 270$, тому $\cos \varphi$ від'ємний, а δ_{α} додатній (точки на похилому знімку зміщені від точки нульових спотворень, а поправка повинна відкладатися до точки нульових спотворень; рис. 2).

Положення точки **с** на знімку, як правило невідоме, однак при плановій зйомці (кут нахилу менший 3°) відстань між точкою нульових спотворень і головною точкою мала, тому в практичних роботах точку **с** заміняють головною точкою знімка **о**.

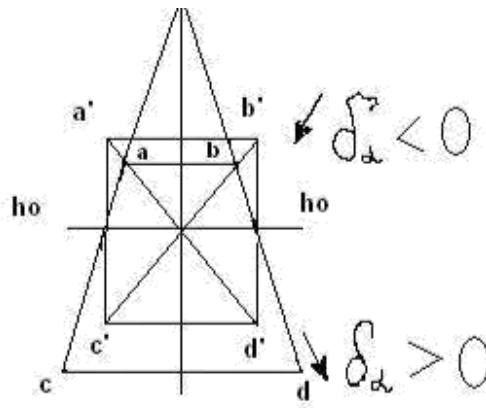


Рис. 2 Відношення елементів проєкції, де
 $avcd$ – зображення точок місцевості на похилому аерознімку;
 $ao\gamma ocodo$ - зображення точок місцевості на горизонтальному аерознімку;
 $hc\gamma hc$ – лінія неспотворених масштабів, яка поділяє аерознімок на дві частини.

У тій частині, де розташована головна точка знімку o , $\delta\alpha$ має від'ємний знак і зміщення точок йде в напрямку до точки c . Там, де розташована точка надіру n , $\delta\alpha$ буде мати знак «+» і зміщення – від точки c .

Зміст пояснювальної записки: Пояснювальна записка повинна містити короткий теоретичний матеріал, який стосується теми даної роботи, (Геометричні властивості горизонтального знімка., Зміщення точок на аерознімку, який викликаний кутом нахилу знімка), опис виконаної роботи згідно порядку виконання роботи та завдання на самостійне опрацювання (Спотворення напрямків, обумовлене кутом нахилу аерознімка і рельєфом місцевості, Матеріали вимірів і обчислень)

Порядок виконання роботи:

- 1 Отримати вихідні матеріали для виконання лабораторної роботи
- 2 За показниками круглого рівня, зображеного на аерознімку, визначити його сумарний кут нахилу α_c .

Кут нахилу визначають за різницею поділок між центрами ампули рівня і його повітряної бульбашки (на рис. 3 – маленька і велика точка), маючи на увазі, що одна поділка ампули рівня відповідає $0,5^0$ (30' мінут). На рис. 3 кут нахилу знімка складає 50 – 55' мінут. Точність взяття відліку кута нахилу за показниками круглого рівня не

висока – максимум $5 - 10'$, тому зняті показники можна округляти до цілих десятків мінут (на рис. 3 – $50'$).

3 Визначити напрямок головної вертикалі і провести її на знімку.

Позначають центр ампули рівня і центр повітряної бульбашки рівня. Використовуючи плоску прямокутну систему координат точок знімка oxy , знаходять координати центра ампули рівня і координати центра бульбашки (на рис. 3 і 4 показані тільки координати центра рівня). Вирішуючи за цими координатами зворотну геодезичну задачу, знаходять кут γ між віссю x аерознімка і головною вертикаллю. Відклавши цей кут від позитивного напрямку осі x проти ходу годинникової стрілки, проводять на знімку головну вертикаль.

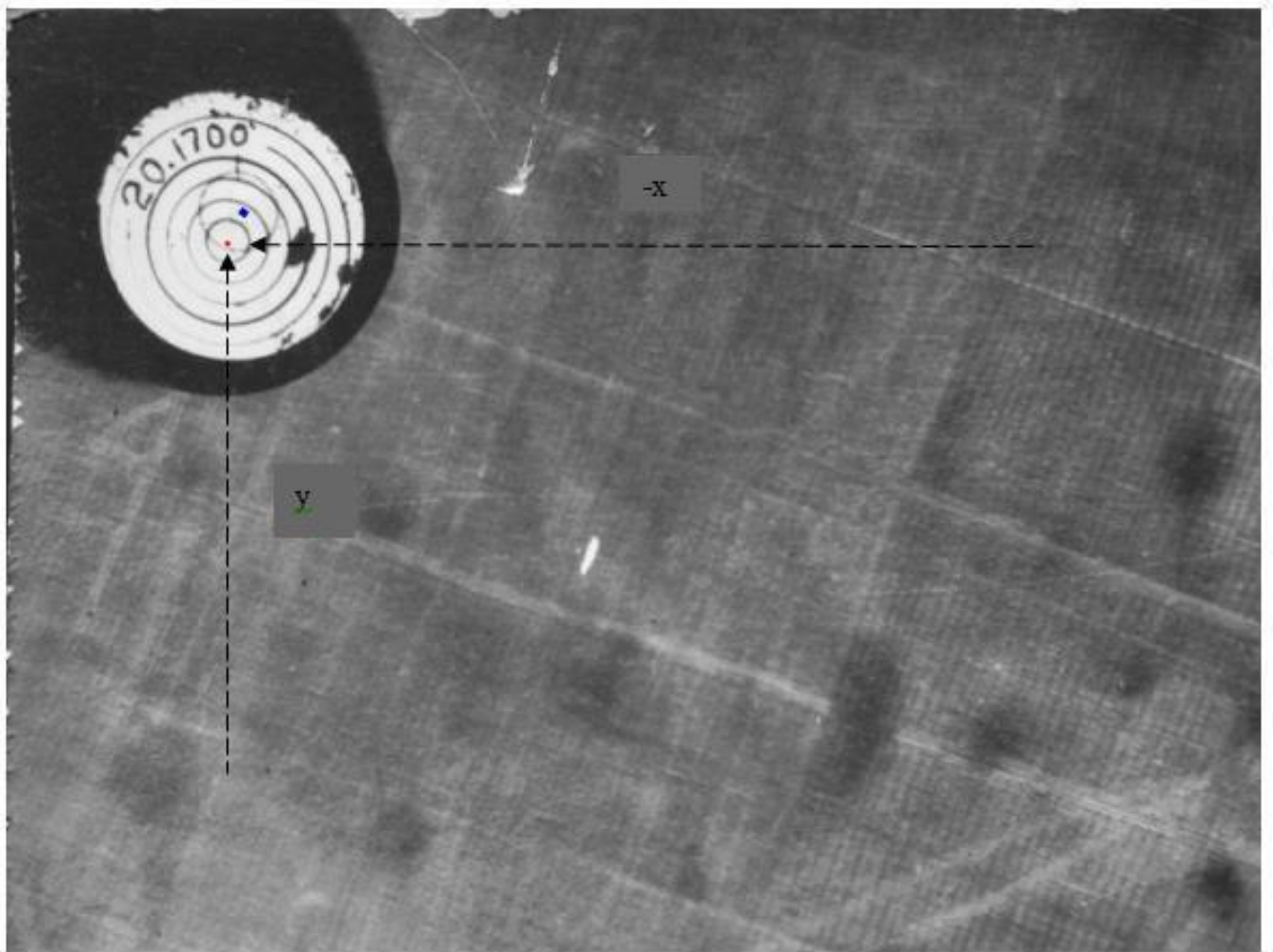


Рис 3 Центри круглого рівня

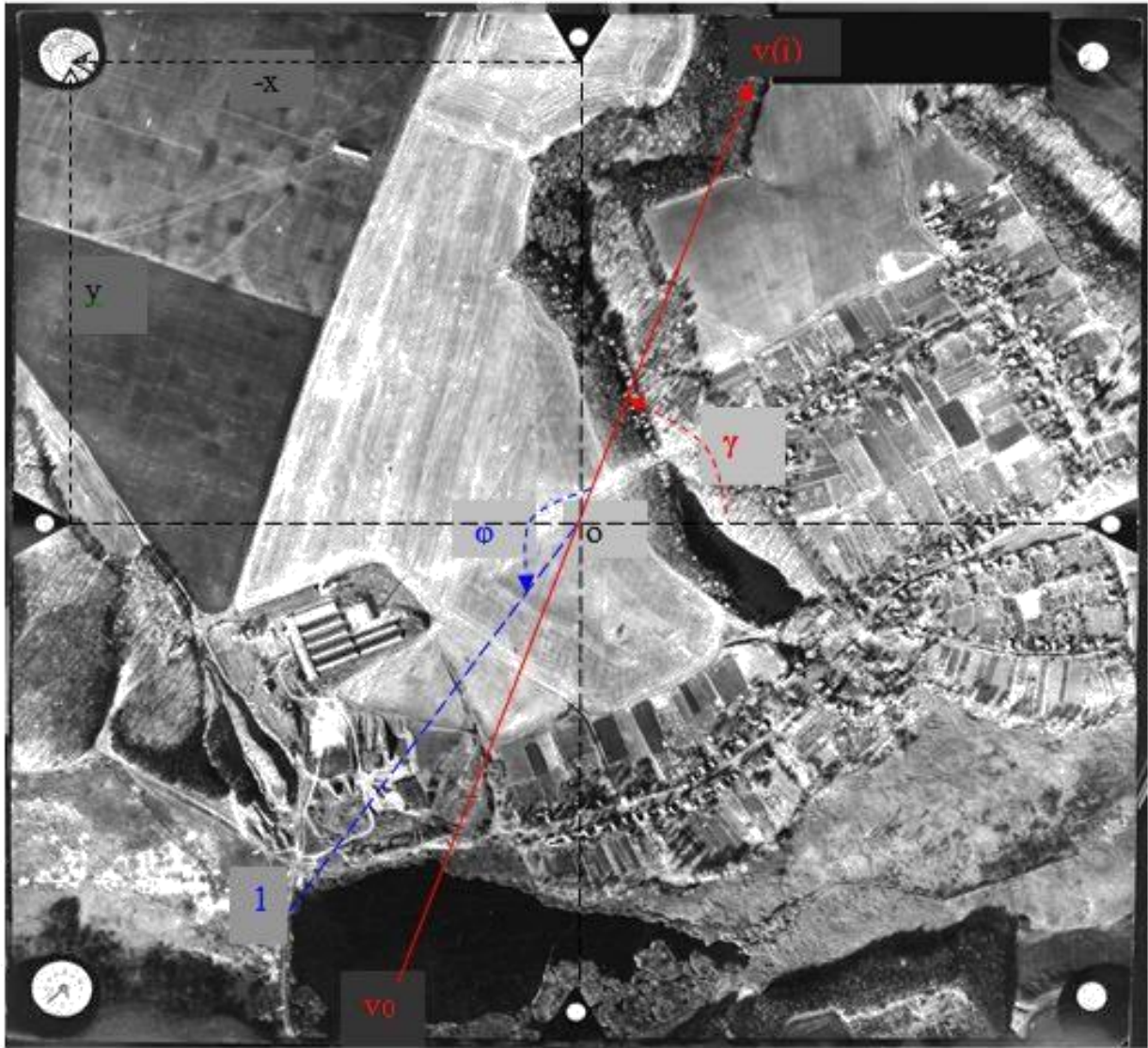


Рис. 4 Напряж та величина відхилення

Всі подальші розрахунки є прикладом нульового варіанту

Приклад.

Координати дорівнюють:

- центра ампули рівня $x_1 = - 82,5$ мм;
 $y_1 = 81,8$ мм;
- центра бульбашки $x_2 = - 81,0$ мм;
 $y_2 = 83,5$ мм.

Знайдемо кут γ між віссю x і головною вертикаллю. Обчислення зведемо в табл. 1 .

Відомість обчислення напрямку та величини відхилення

Порядок дій	Позначення	Результати
12	$S = \Delta x / \cos \gamma$	1,746
11	$\cos \gamma$	0.229039
5	$\Delta x = x_2 - x_1$	+ 0,4
1	x_2	- 82,1
2	x_1	- 82,5
3	y_2	83,5
4	y_1	81,8
6	$\Delta y = y_2 - y_1$	+1,7
10	$\sin \gamma$	0,973417
13	$S = \Delta y / \sin \gamma$	1,746
7	$\operatorname{tg} r = \Delta y / \Delta x$	4,250000
8	r	+76°45'34"
9	γ	76°45'34"

За знаками приростів координат визначаємо, що лінія найбільшого нахилу знімка (головна вертикаль) проходить у першій чверті. Через головну точку знімка **o** під кутом 76°45'34" до осі **x** проводимо лінію, яка і є головною вертикаллю **vov(i)** (рис. 4).

Примітки:

*а. Кут γ відраховується від позитивного напрямку осі **x** аерознімка проти ходу годинникової стрілки до позитивного напрямку головної вертикалі.*

Позитивний напрямок головної вертикалі визначається положенням бульбашки круглого рівня.

б. Розташування осей координат, чвертей і, відповідно, знаків приростів координат аналогічні прийнятим у математиці.

4 Вибрати чотири контурних точки, які добре розпізнаються на аерознімку і на карті.

Точки вибирають у кутах робочої площі знімка (наскільки це можливо по характеру зображення). На карті точки оформляють чорним кружечком діаметром

0,5 см. На знімку точки позначають кружечком червоного кольору діаметром 1см. Чорним кольором проводять радіуси-вектори з головної точки знімка до всіх розпізнаних точок.

5 Виміряти довжини радіусів-векторів r і кутів φ між головною вертикаллю і напрямом на точку.

Довжини радіусів-векторів вимірюють до десятих часток міліметра, Кути φ вимірюють з точністю до 15' від позитивного напрямку головної вертикалі проти ходу годинникової стрілки до напрямку на дану точку (рис. 4, точка 1).

Результати вимірів заносять у табл. 2.

Таблиця 2.

Відомість вимірювання радіус-векторів

№№ точок	r_i мм	φ_i	$\cos \varphi_i$	α_c	$\sin \alpha_c$	δ_α мм	v_α мм
1	77,1	161°15'	-0.946930	0°50'	0.014544	+ 0,23	- 0,23
2							
3							
4							

6 Розрахувати поправку за кут нахилу.

Поправку розраховують для всіх обраних і оформлених на знімках точок за формулою (1.2). Обчислення ведуться в табл. 2.

Для точки 1 (рис. 4):

$$\delta_\alpha = \frac{77.1^2 \times 0.014544 \times -0.946930}{350} = +0.23 \text{ мм.}$$

Отже, поправка $v_\alpha = -0,23$ мм.

7 Визначити висоти (рівневі позначки) обраних точок і висоту середньої предметної площини.

По топографічній карті в межах чотирикутника, який утворився в результаті розпізнавання обраних точок, визначають висоти 15 характерних точок рельєфу (височини, западини тощо). У цю кількість обов'язково повинні входити і чотири точки, раніше розпізнані на знімку і на карті (пункт “в”).

За цими даними обчислюють відмітку середньої предметної площини місцевості, зображеної в межах чотирикутника за формулою:

$$A_{cp} = \frac{A_1 + A_2 + \dots + A_{n-1} + A_n}{n}, \quad (1.9)$$

де $A_1, A_2, \dots, A_{n-1}, A_n$ – позначки (висоти) точок місцевості,

n – кількість точок.

Висоти точок і висоту середньої площини заокруглюють до цілих метрів.

8 Розрахувати поправки за рельєф місцевості.

Поправки за рельєф розраховують для всіх обраних і оформлених на знімках точок за формулою (3.1). Обчислення ведуть у табл. 3.

Таблиця 3.

Відомість обрахунку поправки за рельєф

Номери точок	A_{cp} , м	A_i , м	h_i , м	r_i , мм	δh , мм	v_h , мм
1	130	108	- 22	77,1	- 0,60	+ 0,60
2						
3						
4						

Для даного приклада:

$$\delta h = \frac{77.1 \times (-22)}{2800} = -0.60 \text{ мм,}$$

отже, $v_h = + 0,60$ мм.

9 Вирахувати сумарні поправки і виправити положення точок на знімку.

Сумарні поправки обчислюють як алгебраїчні суми поправок за кут нахилу і за рельєф місцевості, тобто

$$v_{\text{сум}} = v_{\alpha} + v_h .$$

Для точки 1 сумарна поправка становитиме:

$$v_{\text{сум}} = - 0,23 + 0,60 = + 0,37 \text{ мм.}$$

Сумарні поправки заокруглюють до десятих часток міліметра і вводять в

положення кожної розпізнаної і наколотої на знімку точки по напрямку радіуса – вектора. При цьому поправки зі знаком “ – ” відкладаються в напрямку точки **о**, а поправки зі знаком “ + ” у напрямі **від неї**.

10 Нове положення точок позначають синім кружечком діаметром 2 – 3 мм.

Основні Джерела:

1. П. Купріянич, Є. В. Бутенко Фотограмметрія та дистанційне зондування: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.// Є.В. Бутенко, І.П. Купріянич.- К.: МВЦ «Медінформ», 2013. – 392 с.
2. Островський А.Л. Геодезія. Частина перша. Топографія Навч. посібник. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. - 440 с.
3. Іванова Л.І., Єгоров О.І. Основи фотограмметрії Навчальний посібник. К.: КНУБА, 2002. - 156 с.
4. Дорожинський О.Л., Тукай Р. Фотограмметрія Підручник. Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2008. - 332 с.

Інтернет - джерела:

1. Дослідження цифрового аерознімання // [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
2. Аналіз експериментальних робіт з створення великомасштабних планів сільських населених пунктів//[Електронний ресурс].–Режим доступу:
http://archive.nbuv.gov.ua/portal/natural/geodez/2012_76/16.pdf

Засоби для виконання:

Стандартне програмне забезпечення (Microsoft Office 2003-07: MS Word 2003-07, MS Excel 2003-07). Розміри полів: ліве – 30мм, праве – 20мм, верхнє – 20мм, нижнє – 20мм, орієнтація книжкова. Шрифт – Times New Roman, інтервал 1,5, розмір – 14pt. Абзацний відступ – 1,25см. Особливе програмне забезпечення AutoCAD 2006-08

Форма подання:

1. В електронній формі (Microsoft Office 2003: MS Word 2003, розширення .doc,).
2. Розміщення на аркушах паперу формату А4 (297×210мм). Реферативна форма подання (від 5 до 10 сторінок) виконаного завдання з включенням таблиць.

Критерії оцінювання:

Елемент завдання	Критерій оцінювання	Кількість балів
Реферативне подання матеріалу (від 5 до 10 сторінок)	Чітке і грамотне оформлення	3
Висвітлення основних питань теми	Розкрити 2 питання, які висвітлені у лабораторній роботі (наведені у змісті пояснювальної записки)	2
Висвітлення додаткових питань	Розкрити 2 питання, самостійного опрацювання (наведені у змісті пояснювальної записки)	2
Заповнення таблиць	Правильно заповнити з відповідними округленнями	5
Висновок	Описати результати роботи	3
Всього		15

Строки виконання: протягом двох тижнів з моменту видачі завдання.

Вихідні дані до лабораторної роботи №4:

Варіант 1

Варіант 14

Варіант 2

Варіант 15

Варіант 3

Варіант 16

Варіант 4

Варіант 17

Варіант 5

Варіант 18

Варіант 6

Варіант 19

Варіант 7

Варіант 20

Варіант 8

Варіант 21

Варіант 9

Варіант 22

Варіант 10

Варіант 23

Варіант 11

Варіант 24

Варіант 12

Варіант 25

Варіант 13

Варіант 26

Приклад робочого креслення:

