

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**  
**ГЕОГРАФІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**  
**КАФЕДРА ГІДРОЛОГІЇ ТА ГІДРОЕКОЛОГІЇ**

**Методичні вказівки**  
до виконання практичних робіт  
з дисципліни  
**«Гідрологія озер»**

Київ 2023

**Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Гідрологія озер» / Укл. С.О. Москаленко. Київ: ТОВ «ПРО ФОРМАТ», 2023, 40 с.**

**Укладач:**

*Москаленко С.О.*, кандидат географічних наук, асистент кафедри гідрології та гідроекології географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка

**Рецензенти:**

*Гребінь В.В.*, доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри гідрології та гідроекології географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка

*Лук'янець О.І.*, кандидат географічних наук, доцент, доцент кафедри гідрології та гідроекології географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка

*Рекомендовано до друку Вченою радою географічного факультету  
Київського національного університету імені Тараса Шевченка  
Протокол № 10 від 21 квітня 2023 року.*

У Методичних вказівках до виконання практичних робіт з дисципліни «Гідрологія озер» подано підходи, методи кількісного визначення основних морфометричних характеристик озер (показників поверхні озера, його улоговини та всієї озерної системи), для кращого розуміння наведено приклади розрахунку. Розглядаються та аналізуються морфометричні характеристики озер України.

Методичні вказівки призначені для студентів освітньої програми «Управління та екологія водних ресурсів» за спеціальністю 103 Науки про Землю першого (бакалаврського) рівня освіти. Можуть бути корисними інженерам і дослідникам у галузі гідрології, меліорації, гідротехніки і тим, чия діяльність пов'язана із водними ресурсами.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП .....</b>	<b>4</b>
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1</b>	
Морфометричні показники поверхні озера .....	6
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2</b>	
Морфометричні показники улоговини озера .....	12
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3</b>	
Побудова батиграфічної та об'ємної кривих озера .....	21
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4</b>	
Морфометричні характеристики найбільших озер України .....	24
<b>РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....</b>	<b>26</b>
<b>ДОДАТОК</b>	
Плани озер в ізобатах - варіанти завдань .....	27

## ВСТУП

Озеро – компонент гідросфери, що являє собою природно утворену водойму уповільненого водообміну, заповнену в межах озерного ложа водою і не має безпосереднього з'єднання та зворотного зв'язку з морем (океаном). Водосховище – рукотворна водойма, також має уповільнений водообмін, створений для накопичення води та її подальшого використання в господарських цілях і для регулювання річкового стоку. Режимні характеристики водосховищ багато в чому відрізняються від характеристик природних озер, проте, у цих водних об'єктів можна виявити і багато спільних рис. Тому озера і водосховища розглядаються під загальною назвою - водойми.

**Морфометрія озер** - розділ гідрології озер, що вивчає геометричні елементи озера та співвідношення між ними. За визначенням С. Д. Муравейського, морфометрія - це система кількісних показників, яка дозволяє пізнати процеси, що протікають у водоймах. Морфометрія озер вивчає ряд числових характеристик, що дають уявлення про горизонтальне та вертикальне розчленування озерної улоговини, які широко застосовуються в практичних цілях. Так, улоговини озер характеризуються різними розмірами та формою. Поряд з правильними конусоподібними улоговинами карстових озер зустрічаються озера із сильно порізнаними берегами, затоками та плесами, складною конфігурацією в плані, рельєфом дна. Над поверхнею води озер можуть утворюватись острови. Для практичного використання озер (водойм) необхідно знати їх розміри, ємність, планові обриси, форму улоговин, слід також мати відомості про розміри площ водозборів. Кількісне вираження цих показників називається **морфометричними характеристиками озер (водойм)**. Ці характеристики можна розділити на: 1) характеристики поверхні водойми, 2) показники його улоговини та 3) показники всієї озерної системи. Вони

можуть бути представлені абсолютними або відносними величинами, які відрізняють одне озеро від іншого.

Для визначення морфометричних характеристик необхідні топографічні карти або план озера в ізобатах, побудований за даними зйомки і промірів глибин. При підрахунках морфометричних показників використовують великомасштабні карти.

Нижче наводяться мінімальні площі водної поверхні озер ( $f_o$ ), які можуть бути нанесені на карти різних масштабів.

Масштаб	$f_o$ , км <sup>2</sup>
1 : 100 000	0,02
1 : 200 000	0,08
1 : 500 000	0,50
1 : 1 000 000	2,00

Від морфометричних показників залежить гідрологічний та гідрохімічний режими озер.

Морфометричні характеристики враховуються практично в усіх гідрологічних розрахунках озеровидних водойм (озер, водосховищ, ставків):

✓ *площа водного дзеркала* - в розрахунках теплообміну, об'єму складових водного балансу;

✓ *об'єм* – у визначенні запасів тепла водної маси, кількості розчинених речовин;

✓ *глибина* – при оцінці динамічних процесів (хвилювання, течії перемішування вод), розташування термічних зон;

До морфометричних характеристик відносяться:

**A.** Морфометричні показники поверхні озера.

**B.** Морфометричні показники об'єму, глибин і дна.

**C.** Криві площ та об'ємів води озера.

# ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

## Морфометричні показники поверхні озера

### Завдання.

Підрахувати морфометричні показники поверхні озера за планом його в ізобатах (ізобати – лінії рівних глибин), побудованому в певному масштабі (у кожного студента свій варіант – ДОДАТОК) (рис. 1).

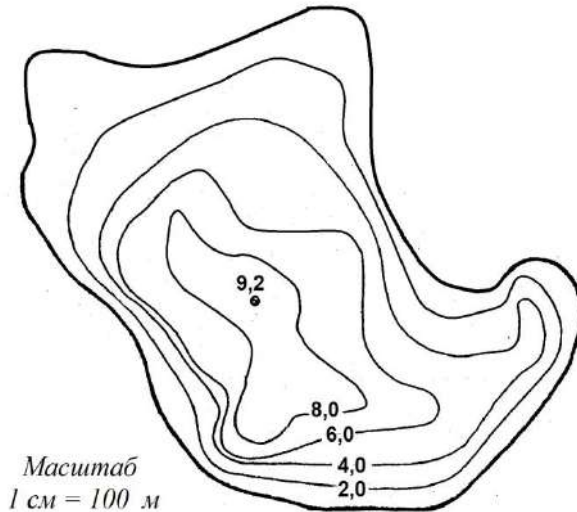


Рис. 1 План озера N в ізобатах (м)

### Порядок виконання.

1. Площа водної поверхні дзеркала озера  $F_0$  визначається за допомогою планіметра по контуру водойми або палетки, враховуючи масштаб плану озера. Наприклад, масштаб плану озера складає 1 см – 1000 м, тоді 1 см<sup>2</sup> – 1 000 000 м<sup>2</sup>, або 1 км<sup>2</sup>.

Площа дзеркала озера, де є острови, визначається як різниця між загальною площею озера і сумарною площею островів.

$$F_O = F_{заг} - \sum F_{ост} \quad (1)$$

де  $F_O$  - площа дзеркала озера,  $\text{км}^2$ ;  $F_{заг}$  - загальна площа озера,  $\text{км}^2$ ;  $\sum F_{ост}$  - сумарна площа островів,  $\text{км}^2$ .

Для визначення площі водної поверхні озера складається таблиця 1, в якій обчислюються площа водної поверхні та площі, що обмежені ізобатами. Сума площ між ізобатами повинна дорівнювати площі водної поверхні озера.

**Таблиця 1. Обчислення площ водної поверхні озера та площ, обмежених ізобатами (за допомогою палетки)**

Обмеження	Підрахунки за палеткою, $n_i$			Середнє значення підрахунків, $\frac{\sum n_i}{3}$	Площа, $\text{км}^2$	Різниця між площами, $\text{км}^2$
	$n_1$	$n_2$	$n_3$			
Поверхня озера (уріз води по нульовій ізобаті)					$F_O =$	–
Ізобата, м						
2,0 м					$f_{о,2м}$	$F_O - f_{о,2м}$
4,0 м					$f_{о,4м}$	$f_{о,2м} - f_{о,4м}$
6,0 м					$f_{о,6м}$	$f_{о,4м} - f_{о,6м}$
8,0 м					$f_{о,8м}$	$f_{о,6м} - f_{о,8м}$
					$\sum f_{різниць} = F_O$	

2. **Довжина озера  $L$**  – найкоротша відстань між двома найбільш віддаленими точками берегової лінії по поверхні води (рис.2). При простих обрисах озера ця лінія є прямою, тому може бути виміряна звичайною лінійкою у сантиметрах і з урахуванням масштабу, довжина озера перераховується в кілометри.

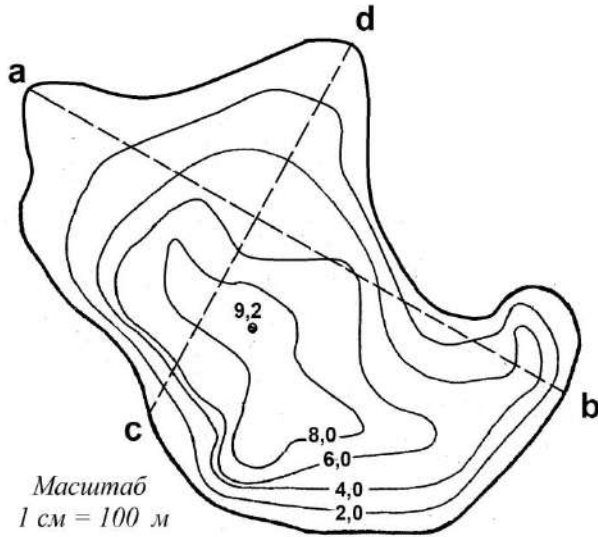


Рис.2. Довжина (лінія a-b) та максимальна ширина (лінія c-d) озера

При складних контурах, наприклад, при великій звивистості озера, довжина буде представлена ламаною лінією. Цей варіант визначення  $L$  - довжина ламаної лінії, що з'єднує центри кіл, послідовно вписаних у план озера.

3. **Ширина озера  $B$** . Розрізняють максимальну  $B_{\text{макс}}$  і середню  $B_{\text{сер}}$  ширину.



Максимальна ширина  $B_{\max}$  дорівнює довжині перпендикуляра до лінії довжини  $L$  найбільш широкої частини водойми, виміряної по його поверхні (рис. 2).

Середня ширина  $B_{\text{сеп}}$  – відношення площі дзеркала озера  $F_o$  (км<sup>2</sup>) до його довжини  $L$  (км):

$$B_{\text{сеп}} = \frac{F_o}{L}. \quad (2)$$

4. Довжина берегової лінії  $S$  вимірюється по урізу води (нульовій ізобаті). Для виміру слід використовувати вимірювач, при простих обрисах берегової лінії допускається використовувати курвіметр.

Крім довжини берегової лінії по нульовій ізобаті одночасно в такий же спосіб обчислюються довжини ізобат (табл. 2).

**Таблиця 2. Визначення довжини берегової лінії та ізобат озера.** Масштаб 1 см – 100 м. Поділлка циркуля 2 мм (у масштабі схеми 0,02 км)

Ізобата, м	Кількість поділок циркуля	Довжина ізобати $l$ , км
<b>Довжина берегової лінії озера <math>S</math> при рівні урізу води 75,0 м умовно (тобто, саме при такому рівні представлено план озера в ізобатах)</b>		
2,0 м		
4,0 м		
6,0 м		
8,0 м		

5. **Розвиток берегової лінії** характеризується співвідношенням довжини берегової лінії  $S$  озера до довжини кола  $S_o$ , яке має площу, що дорівнює площі дзеркала озера  $F_o$ . Отже, коефіцієнт розвитку берегової лінії озера визначається за формулою

$$m = \frac{S}{S_o} = \frac{S}{2\sqrt{\pi \cdot F_o}} = 0,282 \frac{S}{\sqrt{F_o}}. \quad (3)$$

### Приклад розрахунку

Як приклад (тут і далі) розрахунки зроблено за планом озера N в ізобатах, який відображено на рис.1 цих Методичних вказівок, масштаб 1:10 000 (1 см – 100 м), відмітка урізу 75,0 м.

1) Визначення площі дзеркала водної поверхні озера N та площ, що обмежені ізобатами, проведено за допомогою палетки з урахуванням масштабу, результати подано у таблиці (за формою див. табл. 1 Методичних вказівок).

**Обчислення площ водної поверхні озера N та площ, обмежених ізобатами (за допомогою палетки, масштаб 1 см - 100 м)**

Обмеження	Підрахунки за палеткою, (кількість квадратів площею 1 см <sup>2</sup> ), $n_i$			Середнє значення підрахунків, $\frac{\sum n_i}{3}$	Площа, км <sup>2</sup>	Різниця між площами, км <sup>2</sup>
	$n_1$	$n_2$	$n_3$			
Поверхня озера (по нульовій ізобаті, відмітка урізу 75,0 м)	14.5	14.1	14.3	14.3	0.143	–
<b>Ізобата, м</b>						
2,0 м	9.6	9.9	9.8	9.77	0.098	0.057
4,0 м	7.4	7.3	7.1	7.27	0.073	0.025
6,0 м	4.8	4.6	4.8	4.7	0.047	0.034
8,0 м	1.2	1.3	1.2	1.23	0.012	0.035
$\sum f_{\text{різниць}} = F_o = 0.143 \text{ км}^2$						

Сума площ між ізобатами повинна дорівнювати площі водної поверхні озера. Аналізуючи розрахункову таблицю, бачимо, що сума площ між ізобатами  $\sum f_{\text{різниця}}$  ( $0.143 \text{ км}^2$ ) дорівнює площі водної поверхні озера  $F_0$  ( $0.143 \text{ км}^2$ ), що свідчить про правильність розрахунків.

2) Довжина озера виміряна за лінією а-в (див. рис. 2) і дорівнює 5.8 см, що з урахуванням масштабу складає

$$5.8 \text{ см} \cdot 100 \text{ м} = 580 \text{ м} \text{ або } 0.58 \text{ км.}$$

3) Середня ширина, як відношення площі дзеркала озера до його довжини, дорівнює

$$0.143 \text{ км}^2 / 0.58 \text{ км} = 0.247 \text{ км.}$$

Максимальна ширина оз. N виміряна за лінією с-d (див. рис. 2) і дорівнює 3,6 см, або в масштабі плану озера N в ізобатах:

$$3.6 \text{ см} \cdot 100 \text{ м} = 360 \text{ м} \text{ або } 0.36 \text{ км.}$$

4) Довжина берегової лінії озера N визначено за допомогою вимірювача (поділка циркуля 2 мм) та, враховуючи масштаб, дорівнює 1,76 км. Одночасно в такий же спосіб обчислено довжини ізобат. Результати вимірювань та розрахунків показано у таблиці, яка представлено за формою табл. 2 Методичних вказівок.

**Визначення довжини берегової лінії та ізобат озера.** Масштаб 1см – 100 м. Поділка циркуля 2 мм (відповідно у масштабі плану озера N в ізобатах 0,02 км)

Ізобата, м	Кількість поділок циркуля	Довжина ізобати $l$ , км
<b>Довжина берегової лінії озера S при рівні уріза води 75,0 м</b>	88	1.76
2,0 м	72	1.44
4,0 м	62	1.24
6,0 м	43.5	0.87
8,0 м	31.5	0.63

5) Коефіцієнт розвитку берегової лінії озера N визначено за формулою 3 (Методичних вказівок) за вимірами довжини берегової лінії (1,76 км), площі водної поверхні ( $0.143 \text{ км}^2$ ) та дорівнює

$$0.282 \cdot (1.76 / 0.378) = 1.31.$$

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

### Морфометричні показники улоговини озера

#### Завдання.

Підрахувати морфометричні показники об'єму, глибин і дна озера за планом його в ізобатах (ізобати – лінії рівних глибин), побудованому певному масштабі (у кожного студента свій варіант) (рис. 1).

#### Порядок виконання.

**Об'єм води в озері**  $W_o$  визначається аналітично, представляючи частину улоговини, що наповнена водою, у вигляді правильної геометричної фігури.

На практиці найчастіше використовуються *методи призм та усіченого конуса*. Перший метод широко використовується при визначенні об'єму озера, що має плоске дно (наприклад, для долинних озер). Для озера, форма улоговини якого близька до конічної, краще використовувати метод усіченого конуса.

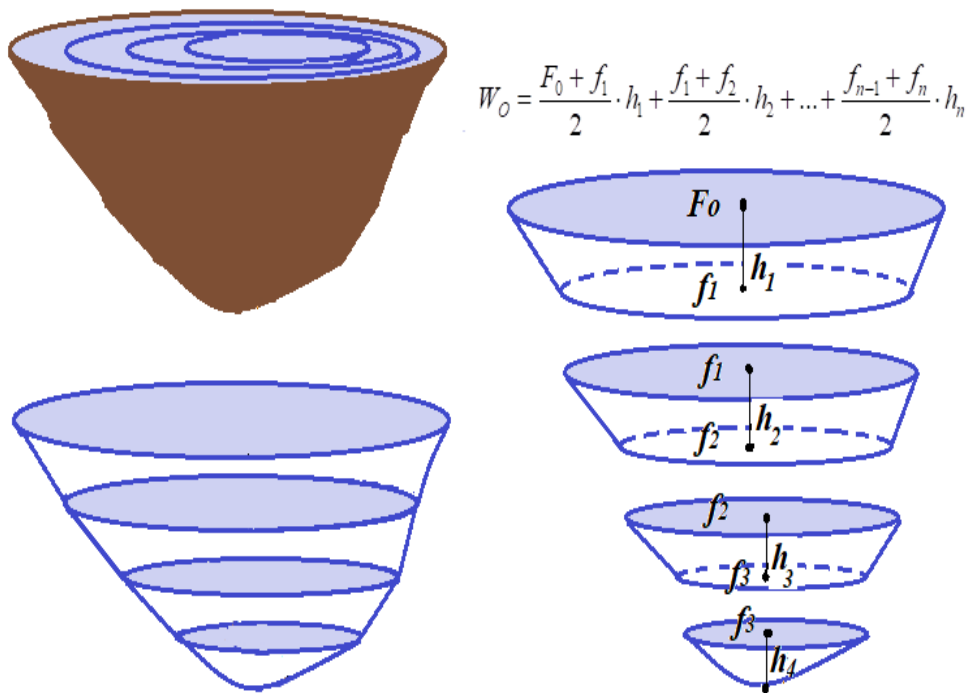
*Розрахунок об'єму води в озері за методом призм* полягає у визначенні суми об'ємів окремих шарів улоговини, які представляють собою усічені призми, кожна з яких розділена горизонтальними площинами. Ці площини – це не що інше, як площі дзеркала озера при різних станах рівня води (тобто, площі, обмежені ізобатами) (рис. 3).

Розрахунок проводиться відповідно до формули:

$$W_o = \frac{F_0 + f_1}{2} \cdot h_1 + \frac{f_1 + f_2}{2} \cdot h_2 + \dots + \frac{f_{n-1} + f_n}{2} \cdot h_n, \text{ км}^3 \quad (4)$$

де  $F_0$  - площа дзеркала озера,  $\text{км}^2$ ,  $f_1, f_2, \dots, f_n$  – площі, що обмежені ізобатами, і визначаються так само, як і площі

дзеркала озера в км<sup>2</sup>,  $h_1, h_2, \dots, h_n$  – вертикальна відстань між ізобатами в кілометрах.



*Рис. 3.* Схема-пояснення розрахунку об'єму води в озері за методом призм

**Розрахунок об'єму води в озері за методом усіченого конуса** проводиться відповідно до формули:

$$W_o = \frac{h_1}{3} \cdot (F_0 + f_1 + \sqrt{F_0 \cdot f_1}) + \frac{h_2}{3} \cdot (f_1 + f_2 + \sqrt{f_1 \cdot f_2}) + \dots + \frac{h_{n-1}}{3} \cdot f_{n-1}, \text{км}^3 \quad (5)$$

Позначення у формулі (5) такі ж, як у формулі (4).

Розрахунок об'єму води в озері за методами призм та усіченого конуса можна виконати за формами відповідно таблиць 3 та 4.

**Таблиця 3. Розрахунок об'єму води в озері за методом призм**

Глибина, м	Площа обмежена ізобатами, $f_n, \text{км}^2$	Полусума площ, $\frac{f_{n-2} + f_{n-1}}{2}, \text{км}^2$	Вертикальна відстань між ізобатами $h_n, \text{км}$	Об'єм між ізобатами $\frac{f_{n-2} + f_{n-1}}{2} \cdot h_n, \text{км}^3$	Зростання об'ємів (від дна) $\sum W_n, \text{км}^3$
0,0					
2,0			0,002		
4,0			0,002		
6,0			0,002		
8,0			0,002		
9,2	0,0		0,0012		0,0

Таблиця 4. Розрахунок об'єму води за методом усіченого конуса в озері

Глибина, м	Площа обмежена ізобатами, км <sup>2</sup>	$f_{n-1} \cdot f_n$	$\sqrt{f_{n-1} \cdot f_n}$	$f_{n-1} + f_n + \sqrt{f_{n-1} \cdot f_n}$	Вертикальна відстань між ізобатами, $h_n$ км	$\frac{h_n}{3}$	Об'єм між ізобатами $\frac{h_n}{3} \cdot (f_{n-1} + f_n + \sqrt{f_{n-1} \cdot f_n})$ км <sup>3</sup>	Зростання об'ємів (від дна) $\sum V_n$ , км <sup>3</sup>
0,0	$f_n$ , км <sup>2</sup>							
2,0					0,002			
4,0					0,002			
6,0					0,002			
8,0		0,0	0,0		0,002			
9,2	0,0				0,0012			0,0

2. **Глибина озера  $H$**  визначається в двох значеннях:

а) **середня глибина  $H_{сер}$**  за формулою:

$$H_{сер} = \frac{W_o}{F_o}, \text{ м} \quad (6)$$

де  $W_o$  – об'єм заповненої водою улоговини озера, км<sup>3</sup>,  $F_o$  – площа дзеркала озера, км<sup>2</sup>.

б) **найбільша глибина  $H_{макс}$**  приймається за даними промірів глибин озера.

3. **Середній похил дна озера  $J$**  визначається за формулою:

$$J = \frac{\frac{S}{2} + l_1 + l_2 + \dots + l_{n-1}}{n} \cdot \frac{H_{макс}}{F_o}, \text{ ‰} \quad (7)$$

де  $S$  – довжина берегової лінії озера, км;  $l_1, l_2 \dots l_n$  – довжина окремих ізобат, км (значення  $l_1, l_2 \dots l_n$  визначаються так само, як і довжина берегової лінії  $S$ , значення *попередньо розраховані та приведені в табл. 2*);  $n$  – кількість ізобат;  $H_{макс}$  – найбільша глибина озера, км;  $F_o$  – площа дзеркала озера, км<sup>2</sup>.

4. **Форма озерної улоговини** визначається за допомогою «показника форми»  $\Phi$ , який дозволяє визначити, до якого геометричного тіла найближча форма улоговини досліджуваного озера.

Для оцінки  $\Phi$  найчастіше застосовується показник:

$$\Phi = \frac{H_{сер}}{H_{макс}}, \quad (8)$$

де  $H_{сер}$  та  $H_{макс}$  відповідно середня та максимальна глибина озера.



Так, наприклад, показник  $\Phi$  для циліндра дорівнює 1,0, для півкулі 0,67, для параболоїда 1,50, для конуса 0,33.

5. До інших показників форми озерної улоговини відноситься показник, який характеризує **форму озера в плані** за **коефіцієнтом подовженості озера**  $K_n$ , визначається за формулою:

$$K_n = \frac{L}{B_{\text{сер}}}, \quad (9)$$

де  $L$  – довжина озера, км;  $B_{\text{сер}}$  – середня ширина озера, км.

6. **Показник відкритості озера** показує доступність водної маси впливу метеорологічних факторів (наприклад, вітру, надходженню тепла) через водну поверхню:

$$K_6 = \frac{F_o}{H_{\text{сер}}}, \quad (10)$$

де  $K_6$  – показник відкритості озера;  $F_o$  – площа дзеркала озера, км<sup>2</sup>;  $H_{\text{сер}}$  – середня глибина озера, м.

Показник відкритості озера ділить озера на групи за ступенем відкритості улоговини. Якщо  $K_6 < 0.1$ , то улоговини озер вважаються слабо відкритими, при  $K_6 = 0.1 \dots 0.5$  – помірно відкритими, при  $K_6 = 0.51 \dots 0.49$  – відкритими, при  $K_6 > 5.0$  – добре відкритими.

7. **Показник відносної глибини** (глибинності) озера:

$$K_{21} = \frac{H_{\text{сер}}}{\sqrt[3]{F_o}} = \frac{H_{\text{сер}}}{F_o^{1/3}}, \quad (11)$$

де  $K_{21}$  – коефіцієнт відносної глибини (глибинності) озера;

$H_{сер}$  – середня глибина озера, м;  $F_o$  – площа дзеркала озера, км<sup>2</sup>.

Коефіцієнт відносної глибини (глибинності) дозволяє розподілити озера по окремих групах: мілководні ( $K_{zl} = 0,1-0,5$ ); мілкі ( $K_{zl} = 0,5-2,0$ ); нормальні ( $K_{zl} = 2,0-4,0$ ); глибокі ( $K_{zl} = 4,0-10,0$ ); глибоководні ( $K_{zl} = 10-20$ ).

### Приклад розрахунку

1) Визначення об'єму води у озері N (рис. 1) проведено методом призм та усіченого конуса за формулами (4) та (5). При цьому використано обчислені значення площ водної поверхні озера N та площ, обмежених ізобатами, що зроблено у Прикладі розрахунку до практичної роботи №1.

Розрахунки об'єму води у озері N методом призм та усіченого конуса представлені у таблицях (за формами таблиць 3, 4.Матодичних вказівок).

**Розрахунок об'єму води в озері N за методом призм**

Глибина, м	Площа обмежена ізобатами, $f_n$ , км <sup>2</sup>	Полусума площ, $\frac{f_{n-2} + f_{n-1}}{2}$ , км <sup>2</sup>	Вертикальна відстань між ізобатами $h_n$ , км	Об'єм між ізобатами $\frac{f_{n-2} + f_{n-1}}{2} \cdot h_n$ , км <sup>3</sup>	Зростання об'ємів (від дна) $\sum W_n$ , км <sup>3</sup>
0,0	0.143				<b>0.0005982</b>
		0.1205	0,002	0.000241	
2,0	0.098				0.0003572
		0.0855	0,002	0.000171	
4,0	0.073				0.0001862
		0.06	0,002	0.00012	
6,0	0.047				0.0000662
		0.0295	0,002	0.000059	
8,0	0.012				0.0000072
		0.006	0,0012	0.0000072	
9,2	0,0				0,0

**Розрахунок об'єму води в озері N за методом усіченого конуса**

Глибина, м	Площа обмежена ізобатами, км <sup>2</sup>	$f_{n-1} \cdot f_n$	$\sqrt{f_{n-1} \cdot f_n}$	$\frac{f_{n-1} + f_n}{\sqrt{f_{n-1} \cdot f_n}}$	Вертикальна відстань між ізобатами, км	$\frac{h_n}{3}$	Об'єм між ізобатами $\frac{h_n}{3} \cdot (f_{n-1} + f_n + \sqrt{f_{n-1} \cdot f_n})$ км <sup>3</sup>	Зростання об'ємів (від дна) $\sum W_n$ , км <sup>3</sup>
	$f_n$				$h_n$			
0,0	0.143							<b>0.0005893</b>
		0.01401	0.1184	0.3594	0,002	0.000667	0.0002397	
2,0	0.098							0.0003496
		0.00715	0.08458	0.2556	0,002	0.000667	0.0001705	
4,0	0.073							0.0001791
		0.00343	0.05857	0.1786	0,002	0.000667	0.0001191	
6,0	0.047							0.00006
		0.00056	0.02375	0.08275	0,002	0.000667	0.0000552	
8,0	0.012							0.0000048
		0,0	0,0	0.012	0,0012	0.0004	0.0000048	
9,2	0,0							0,0

Результати розрахунків показують, що об'єми води у озері N, улоговина якого має відносно просту форму, що обчислені за двома методами, мало різняться між собою:  $598.2 \cdot 10^3 \text{ м}^3$  методом-призм та  $589.3 \cdot 10^3 \text{ м}^3$  методом усіченого конуса (розбіжність становить 1,5%).

2) Середня глибина озера N дорівнює

$$0.0005893 / 0.143 = 0.00412 \text{ км або } 4.12 \text{ м.}$$

Найбільша глибина дорівнює 9.2 м (за планом озера N в ізобатах, рис.1).

3) Середній похил дна озера N визначено за формулою (7). При цьому використано попередньо обчислені значення довжини берегової лінії озера N

та довжин ізобат, кількість яких  $n = 4$ , , що зроблено у Прикладі розрахунку до практичної роботи №1.

Середній похил дна озера N дорівнює

$$[(1.76 / 2 + 1.44 + 1.24 + 0.87 + 0.63) / 4] \cdot (9.2 / 0.143) = 0.081 \text{ або } 81\%$$

4) Форма озерної улоговини озера N розрахована за допомогою «показника форми»  $\Phi$  за формулою (8) та дорівнює

$$4.12 / 9.2 = 0.45.$$

Величина  $\Phi$  показує, що улоговина озера N за своєю формою займає проміжне положення між півкулею та конусом.

5) Коефіцієнт подовженості озера визначено за формулою (9):

$$1.76 / 0.247 = 7.13.$$

б) Показник відкритості для озера N (за формулою (10)) дорівнює 0.035, що свідчить, що улоговина досліджуваного озера є слабо відкритою, Причиною цього є те, що озеро N відноситься до невеликих озер і одночасно до відносно глибоких, а при таких умовах показник відкритості різко знижується.

7) Показник відносної глибини (глибинності) визначено за формулою (11) і для озера N дорівнює

$$4.12 / (0.143^{1/3}) = 7.87.$$

За цим показником озеро N відноситься до групи глибоких озер.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

### Побудова батиграфічної та об'ємної кривих озера

#### **Завдання.**

Побудувати батиграфічну (гіпсографічну) і об'ємну криві озера (у кожного студента свій варіант).

#### **Порядок виконання.**

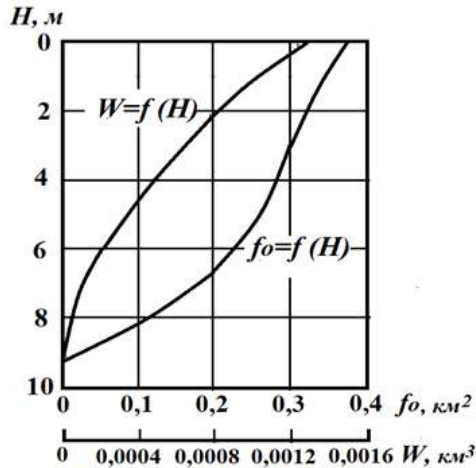
Існують залежності між глибиною озера ( $H$ ) (або рівнем води в озері) і загальною площею озера ( $F$ ) та об'ємом водної маси ( $W$ ). Батиграфічна (гіпсографічна)  $F_o = f(H)$  і об'ємна  $W_o = f(H)$  криві будуються на підставі розрахунків площ дзеркала  $F_o, f_1, f_2, \dots, f_n$  та об'ємів води  $W_o, W_1, W_2, \dots, W_n$ , що відповідає різному наповненню водойми. При проектуванні майбутнього водосховища значення площ та об'ємів визначаються за топографічними картами (планами). І тут будується гіпсографічна крива.

Значення  $F_o, f_1, f_2, \dots, f_n$  та  $W_o, W_1, W_2, \dots, W_n$  визначаються згідно з викладеному у практичних роботах № 1 та № 2. Батиграфічна крива  $F_o = f(H)$  для озера будується за результатами виміру площ, обмежених ізобатами (див. табл. 1). Крива об'ємів будується за результатами розрахунків об'ємів, що нарастають із збільшенням глибини (див. табл. 3, 4).

При цьому визначення об'ємів зводиться до послідовного підсумовування часткових об'ємів, що знаходяться між двома суміжними ізобатами (або горизонталями) від нижнього рівня до найвищого.

Батиграфічна та об'ємна криві, зазвичай, будуються на одному кресленні (рис. 4) і мають вертикальну вісь, на якій відкладаються глибини озера (або позначки рівнів). На

горизонтальній осі на двох шкалах відкладаються наростаючі значення площ та об'ємів (рис. 3).



**Рис.4 Батиграфічна  $F_o = f(H)$  і об'ємна  $W_o = f(H)$  криві озера**

Завдані у полі графіка точки з'єднуються плавними кривими. У точці найбільшої глибини обидві криві перетинають вертикальну вісь.

Якщо на позначці максимальної глибини розташований рівний майданчик, крива  $F_o = f(H)$  відсікає на горизонтальній осі відрізок, що відповідає розміру цієї площі. За рідкісним винятком криві  $W_o = f(H)$  є плавною лінією з малою кривизною, аналітичний вираз якої має вигляд:

Крива площ  $F_o = f(H)$  часто має неправильні контури з вигинами та переломами, що пов'язано з особливостями будови улоговини озера. У цьому випадку для підвищення точності слід значення площ брати рівномірно через невеликі інтервали глибини й у кожній точці перегину.

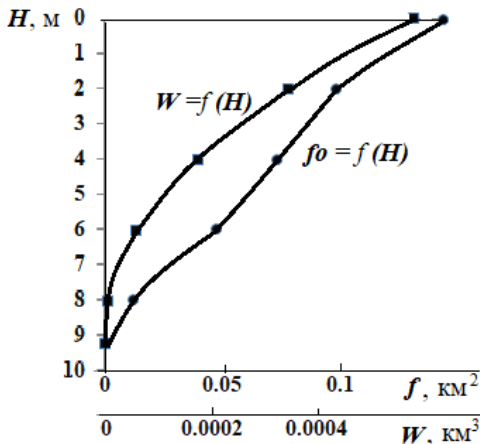
У практиці розрахунків нерідко будуються криві  $F_o = f(H)$  і  $W_o = f(H)$  лише для шару водної маси озера, в межах якого можуть спостерігатися коливання рівня води.

### Приклад розрахунку

Батиграфічна крива для озера N побудовано за результатами вимірювання площ, обмежених ізобатами (див. приклад розрахунку практичної роботи № 1). Крива об'ємів збудована за результатами розрахунків об'ємів наростаючих із збільшенням глибини (див. приклад розрахунку практичної роботи № 2). Вихідні дані для побудови батиграфічної та об'ємної кривих для озера N для зручності об'єднано в таблицю.

**Вихідні дані для побудови батиграфічної  $F_o = f(H)$  і об'ємної  $W_o = f(H)$  кривих для озера N**

Глибина, $H$ , м	Площі дзеркала водної поверхні $f_o$ , км <sup>2</sup>	Об'єми води, $W$ , км <sup>3</sup>
0,0	0.143	0.0005893
2,0	0.098	0.0003496
4,0	0.073	0.0001791
6,0	0.047	0.00006
8,0	0.012	0.0000048
9,2	0,0	0,0



**Батиграфічна і об'ємна криві озера N**

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

### Морфометричні характеристики найбільших озер України

#### Завдання.

На контурну карту нанести озера та групи озер України:

Назва	Площа , км <sup>2</sup>	Максимальна глибина, м	Об'єм повний, млн м <sup>3</sup>
<b>Придунайські озера (басейн р. Дунай)</b>			
оз. Кагул			
оз. Катлабух			
Оз .Китай			
Оз .Сасик (Кундук)			
оз.Ялпуг-Кугурлуй			
<b>Шацькі озера (басейн р. Західного Бугу)</b>			
Світязь			
Пулемецьке			
Люцимер			
Луки			
<b>Озера Кримського півострова</b>			
Донузлав			
Айгульське			
Кирлеуцьке			
Старе і Тузли			
Кияцьке			
Сасик			
Сакське			
<b>Сиваш</b> [затока (озеро) Утлюцького лиману Азовського моря]			
<b>Озера Карпат</b>			
Синевір			
Бребенескуль			
Апшинець			
<b>Інші групи озер</b>			
Слов'янські			
<u>Турські</u>			



Використовуючи матеріали лекції, підручників, довідників, інтернет-джерел тощо, подати наступну інформацію про морфометричні характеристики озер України (заповнити таблицю):

- площа дзеркала озера, км<sup>2</sup>;
- максимальна глибина, м;
- об'єм повний, млн. м<sup>3</sup>.

За занесеними у таблицю даними про морфометричні характеристики озер України проаналізувати інформацію, назвати найбільше озеро за певними показниками (за площею водного дзеркала, максимальною глибиною, об'ємом водної маси). Для наочності можна побудувати стовпчикові діаграми досліджуваних морфометричних показників.

За вибором студента підготувати реферат (чи презентацію) про певне озеро чи про групу озер з висвітленням питань їх походження, унікальних властивостей або особливостей (солоні чи ні, хімічний склад тощо), а також екологічна ситуація (стабільна, критична) і причини її погіршення тощо.

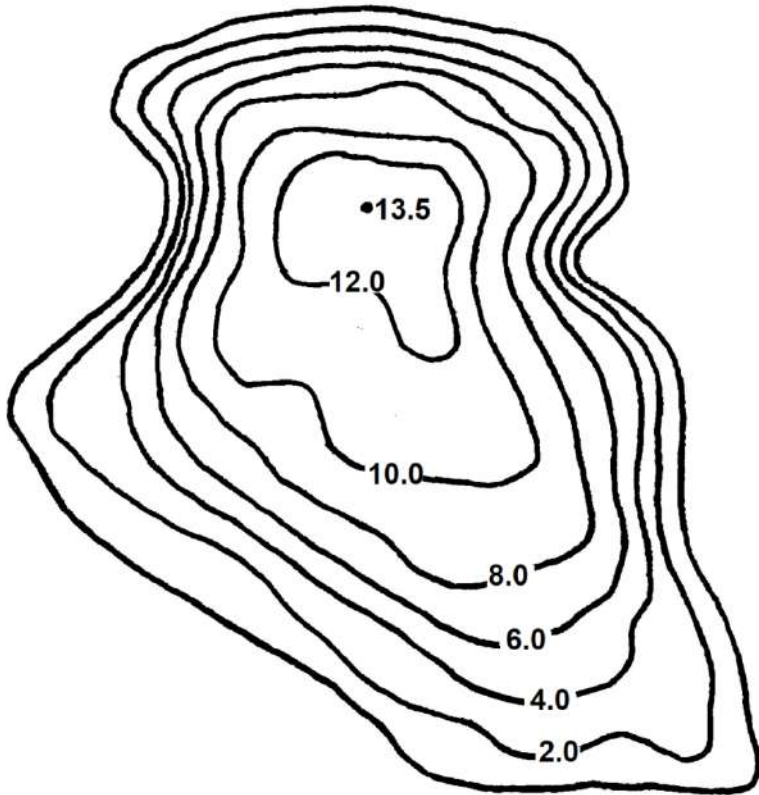
## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Вишневецький В.І. Річки і водойми України. Стан і використання: Монографія. К.: Віпол, 2000. 376 с.
2. Загальна гідрологія: підручник / В.К. Хільчевський, О.Г. Ободовський, В.В. Гребінь та ін. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. 399 с. <https://uhe.gov.ua/sites/default/files/2018-07/REP0000672.PDF>
3. Національний атлас України / гол. ред. Л.Г. Руденко. К.: ГНПП "Картографія, 2008.
4. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України: довідковий посібник. 1-е вид. К.: Ніка-Центр, 2001. 390 с.; 2-е вид., доп. К.: Ніка-Центр, 2006. 320 с.
5. Хільчевський В.К., Гребінь В.В., Манукало В.О. Гідрологічний словник. Київ: ДІА, 2022. 236 с. <http://irbis-nbuv.gov.ua/ulib/item/ukr0000022764>
6. Хільчевський В.К., Гребінь В.В. Водні об'єкти України та рекреаційне оцінювання якості води: Навч. посібник. К.: ВПЦ «Київський університет», 2022. 300 с.
7. Ющенко Ю.С., Паланичко О. В. Практикум з гідрології: навчальний. посібник: Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, ім. Ю. Федьковича 2012. 96 с.

## **ДОДАТОК**

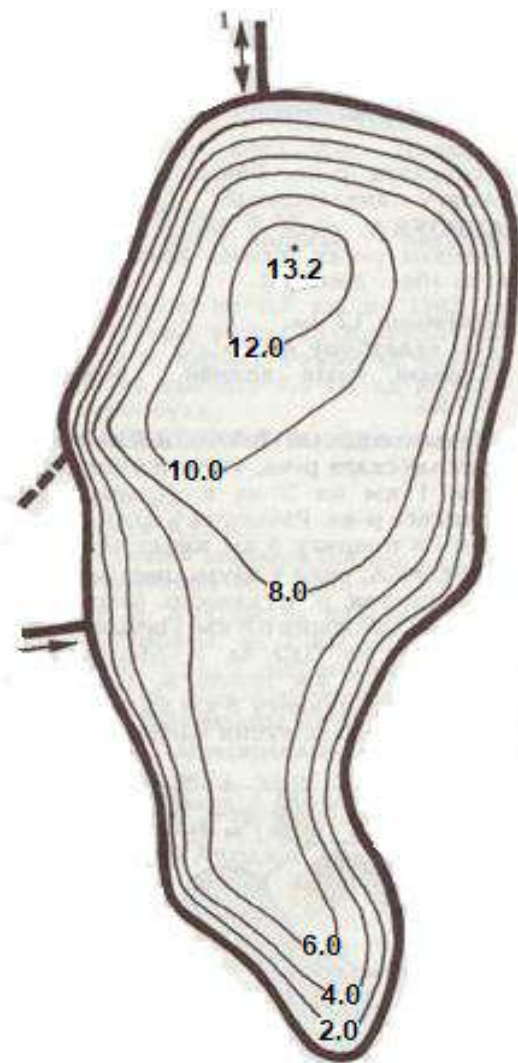
### **Плани озер в ізобатах (м) - варіанти завдань**

# 1 вариант



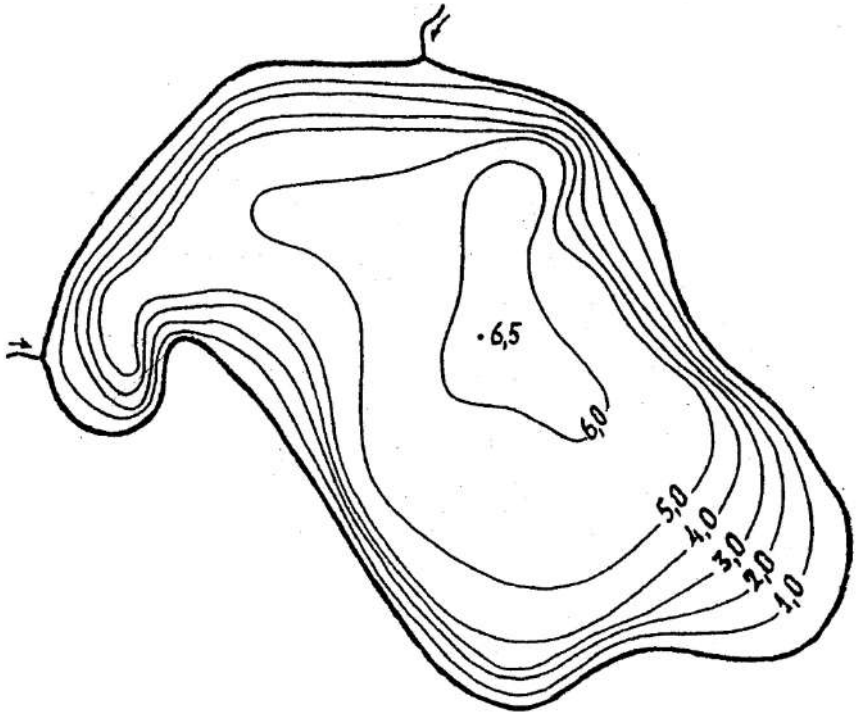
1 см – 100 м

## 2 вариант



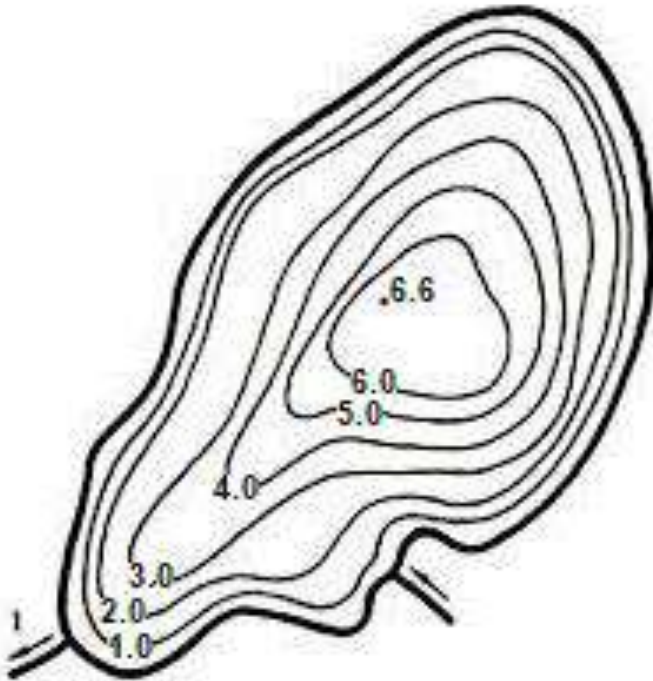
1 см – 200 м

### 3 вариант



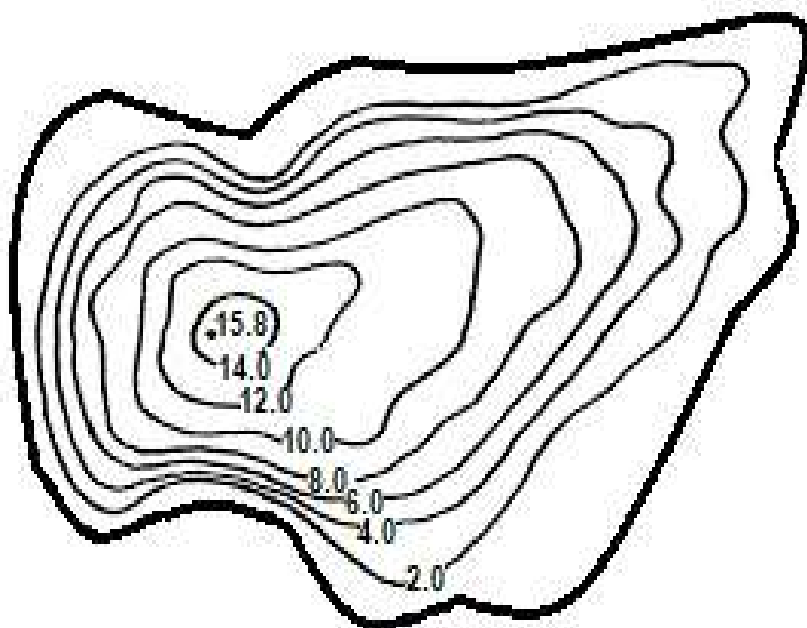
1 см – 100 м

## 4 вариант



1 см – 100 м

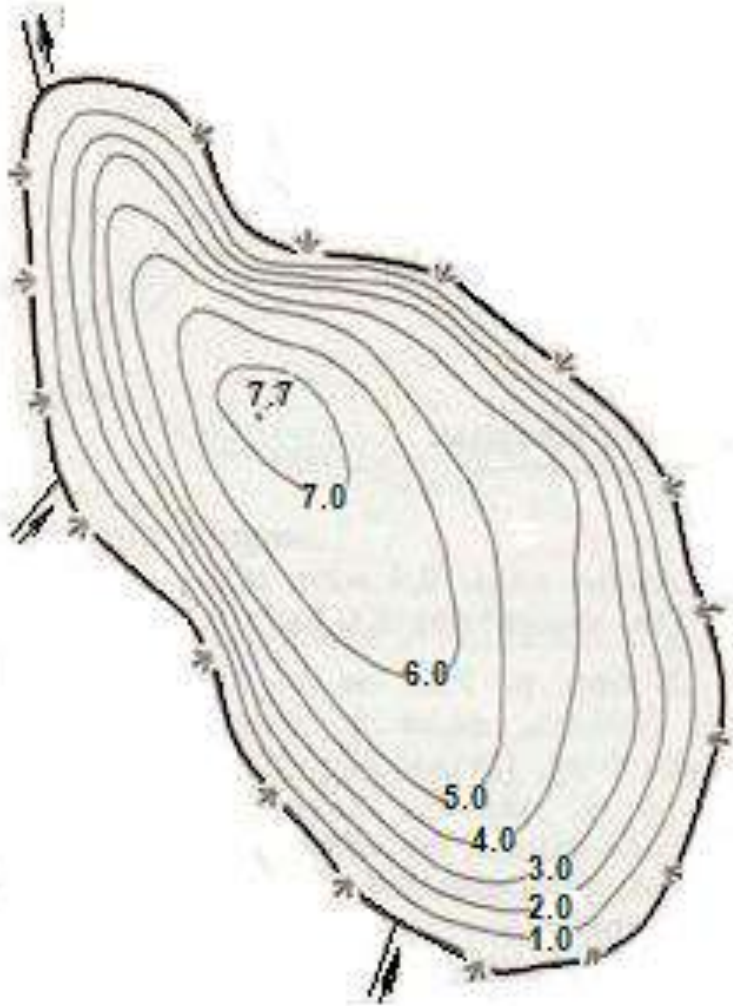
## 5 вариант



1 см – 200 м

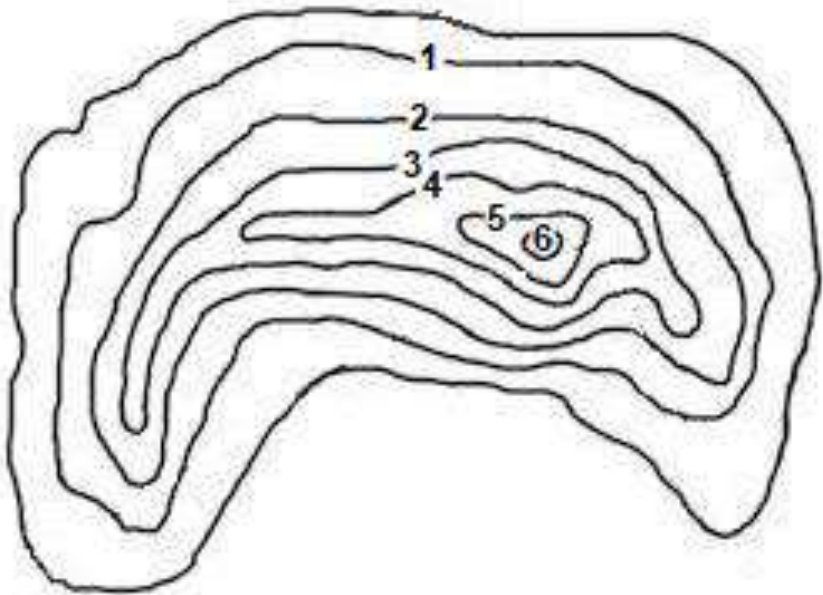


## 6 вариант



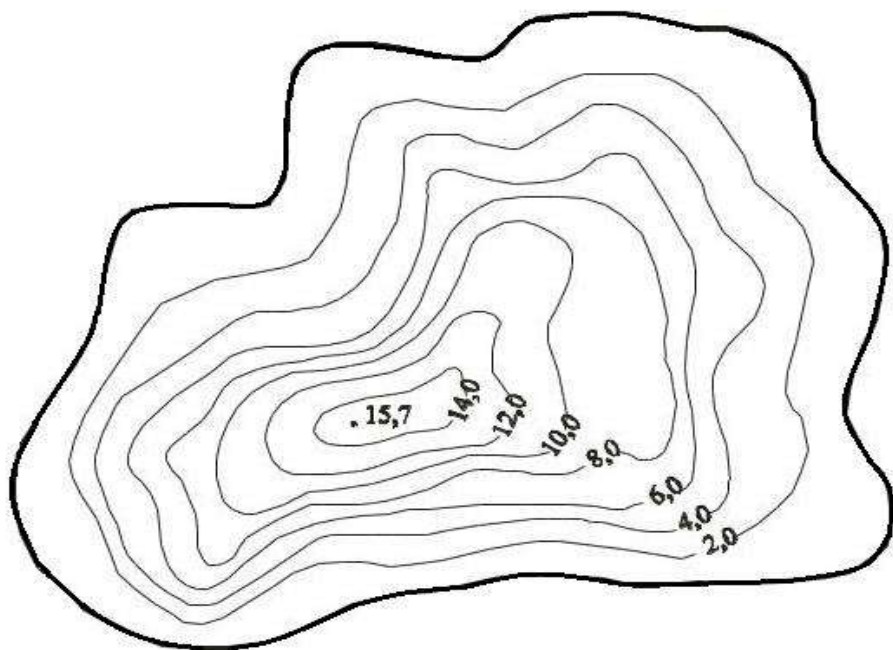
1 см – 100 м

## 7 вариант



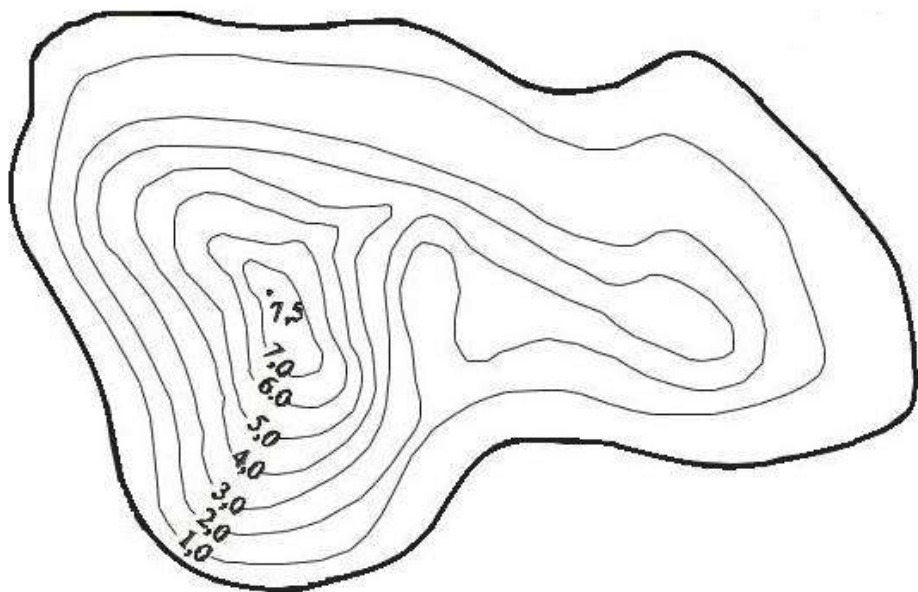
1 см – 200 м

## 8 вариант



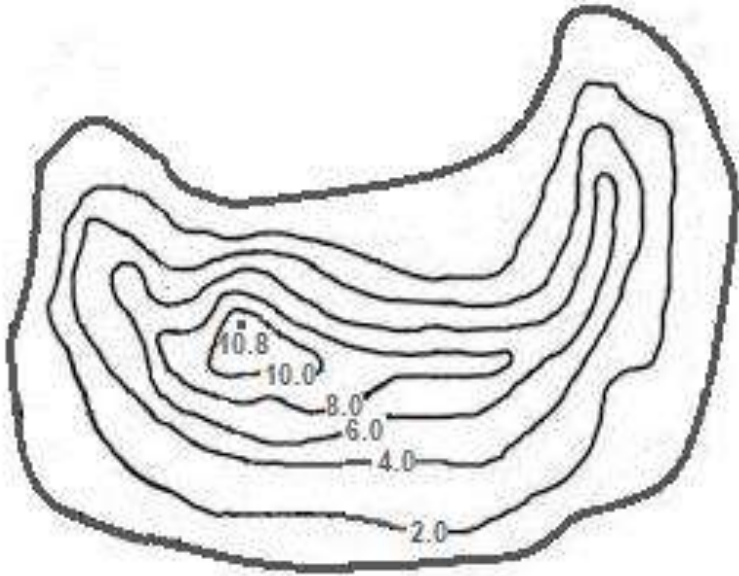
1 см – 200 м

## 9 вариант



1 см – 100 м

**10 вариант**



**1 см – 200 м**



Навчальне видання

**Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Гідрологія озер» / Укл. С.О. Москаленко. Київ: ТОВ «ПРО ФОРМАТ», 2023, 40 с.**

У Методичних вказівках до виконання практичних робіт з дисципліни «Гідрологія озер» подано підходи, методи кількісного визначення основних морфометричних характеристик озер (показників поверхні озера, його улоговини та всієї озерної системи), для кращого розуміння наведено приклади розрахунку. Розглядаються та аналізуються морфометричні характеристики озер України.

Методичні вказівки призначені для студентів освітньої програми «Управління та екологія водних ресурсів» за спеціальністю 103 Науки про Землю першого (бакалаврського) рівня освіти. Можуть бути корисними інженерам і дослідникам у галузі гідрології, меліорації, гідротехніки і тим, чия діяльність пов'язана із водними ресурсами.

**Кафедра гідрології та гідроекології  
Географічний факультет  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка**

Київ, проспект Глушкова, 2-а, к.515.  
Тел. 044 521 32 29

Підписано до друку 25.04.23. Формат 60x90/16 Папір офс.  
Гарнітура Times New Roman. Друк цифровий. Ум. – друк. арк.2,15.  
Обл.- вид. арк. 1,63. Наклад 100. Замовлення № 169-23.  
Надруковано в ТОВ «ПРО ФОРМАТ», м. Київ, вул. Кирилівська 43

ДЛЯ НОТАТОК