

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
САДІВНИЦТВА**

Кафедра геодезії, картографії і кадастру

В.П. Кирилюк, М.В. Шемякін

ГІДРОЛОГІЯ

Методичні рекомендації
для виконання лабораторної роботи
**"ОБЧИСЛЕННЯ СЕРЕДНЬОЇ ШВИДКОСТІ РУХУ
ВОДИ НА ВЕРТИКАЛІ "**
для студентів початкового рівня (короткого циклу)
спеціальності 091 Біологія

УМАНЬ – 2019

Кирилюк В.П., Шемякін М.В. Гідрологія. Методичні рекомендації для виконання лабораторної роботи “Обчислення середньої швидкості руху води на вертикалі ” студентів спеціальності 091 Біологія. – Умань: УНУС, 2019. – 11 с.

Рецензенти: доктор сільськогосподарських наук, професор
Балабак А.Ф. (Уманський НУС);

доцент
Ситник О.І. (Уманський ДПУ).

Рекомендовано до видання методичною комісією факультету
плодоовочівництва, екології та захисту рослин

© В.П. Кирилюк, М.В. Шемякін

ПЕРЕДМОВА

Визначення швидкостей руху води необхідно при вимірі витрат води, а також при вивченні течій для судноплавства і лісосплаву, будівництва мостів і гідротехнічних споруд, при вивченні швидкісного поля річок, водоймищ і озер для вирішення ряду наукових і практичних задач.

У руслових потоках, річках, каналах, водоймищах, у яких виконуються виміри швидкостей методами гідрометрії, спостерігається турбулентний режим руху води, що характеризується перемішуванням водних мас, викликаним пульсацією швидкостей як за величиною, так і за напрямом. В результаті цього вся маса водного потоку рухається в умовах безупинного перемішування окремих об'ємів води.

Сучасна апаратура дозволяє виміряти і записати зміну швидкостей руху води.

Мета методичних рекомендацій – надання допомоги студентам напряму для студентів спеціальності 091 Біологія.

1. Обчислення середньої швидкості руху води на вертикалі

Величина середньої швидкості на вертикалі обчислюється за даними вимірів швидкостей у точках. При багатоточкових вимірах обчислення середньої швидкості на вертикалях можливо як аналітичним, так і графічним методами.

Завдання. Обчислити середні швидкості на вертикалях аналітичним і графічним способами.

Дано: дані про виміри швидкостей (табл. 1)

Таблиця 1

Дані вимірів швидкості на вертикалі

Найменування характеристик спостережень	Вертикаль №1		Вертикаль №2	
	глибина, h, м	швидкість, V, м/с	глибина, h, м	швидкість, V, м/с
Загальна глибина, м	5,50	-	1,73	-
Товщина льоду, м	-		0,37	
Точки спостережень	0,15	1,75	0,15	0,12
	1,10	1,82	0,35	0,24
	1,65	1,80	-	-
	2,20	1,75	0,69	0,32
	2,75	1,68	-	0,34
	3,30	1,60	1,04	0,36
	3,85	1,48	-	-
	4,40	1,39	1,38	0,31
	4,95	1,27	-	0,28
	5,35	1,15	1,58	0,22

Потрібно:

- 1) обчислити швидкість аналітичним методом.
- 2) визначити швидкість графічним методом у наступній послідовності:
 - а) побудувати епюри швидкостей,
 - б) визначити ціну поділки планіметра, площу епюри і швидкість.

1.1 Аналітичний спосіб обчислення

В табл.1 наведені дані вимірів швидкості на вертикалі № 1 (вільне русло), на вертикалі № 2 (наявність крижаного покриву). Відповідно до вказівок про число точок вимірів швидкостей по глибині застосовують формулу для розрахунку середніх швидкостей з урахуванням різного стану русла:

А. При вільному руслі

– при вимірах в п'яти точках

$$V_{сep} = 0,1(V_{\text{іа}} + 3V_{0,2} + 3V_{0,6} + 2V_{0,8} + V_{\text{іі}}), \quad (1.1)$$

Для нашого прикладу

$$V_{сep} = 0,1(1,75 + 3 \cdot 1,82 + 3 \cdot 1,60 + 2 \cdot 1,39 + 1,15) = 1,59 \text{ м/с}$$

– при вимірах в двох точках

$$V_{сep} = 0,5(V_{0,2} + V_{0,8}), \quad (1.2)$$

Для нашого прикладу

$$V_{сep} = 0,5(1,82 + 1,39) = 1,60 \text{ м/с};$$

– при вимірі в одній точці

$$V_{сep} = V_{0,6}, \quad (1.3)$$

$$V_{сep} = \kappa V_{0,2}, \quad (1.4)$$

де κ - перехідний коефіцієнт від швидкості в точці 0,2 робочої глибини до середньої швидкості на вертикалі ($\kappa = 0,9$).

Для нашого прикладу

$$V_{сep} = 1,60 \text{ м/с};$$

$$V_{сep} = 0,9 \cdot 1,82 = 1,64 \text{ м/с}.$$

Б. При наявності крижаного покриву і рослинності розрахунки середніх швидкостей роблять по формулах:

– при вимірі в шести точках

$$V_{сep} = 0,1 (V_{нов} + 2V_{0,2} + 2V_{0,4} + 2V_{0,6} + 2V_{0,8} + V_{дон}), \quad (1.5)$$

– при вимірі в трьох точках

$$V_{сep} = \frac{V_{0,15} + V_{0,50} + V_{0,85}}{3}, \quad (1.6)$$

– при вимірі в одній точці

$$V_{сер} = KV_{0.5}, \quad (1.7)$$

1.2 Графічний метод

а) При графічному методі визначення середньої швидкості будується епюра розподілу швидкості на вертикалі: по вертикалі відкладають глибини, по горизонталі - швидкості (рис.1).

Вибір горизонтального масштабу здійснюється в залежності від найбільшої швидкості і глибини з таким розрахунком, щоб відношення числа сантиметрів по горизонталі при найбільшій швидкості до числа сантиметрів по глибині було 0,7-1,0 .

б) Середня швидкість на вертикалі графічним способом визначається з формули

$$V_{сер} = S/h, \quad (1.8)$$

де S - площа епюри, m^2/c ; h - глибина на вертикалі, м.

Площа епюри швидкості чисельно дорівнює витраті води через вертикаль тобто витраті води на одиницю ширини потоку.

Площа епюри визначається планіметром безпосередньо на міліметровому папері або підраховується число квадратів в масштабі. Визначення площ графічних креслень планіметруванням при обробці гідрометричних матеріалів застосовується часто.

При роботі з планіметром слід дотримувати наступні правила:

- положення полюса поза контуром слід вибирати з таким розрахунком, щоб при обводі важелі планіметра не складали кутів менше 30° і більше 150° і щоб лічильне колесо не зіскакувало з листа паперу;
- обвід по контуру виконують за ходом годинникової стрілки рівномірно з такою швидкістю, щоб око розрізняло написи штрихів на лічильному колесі, що обертається;

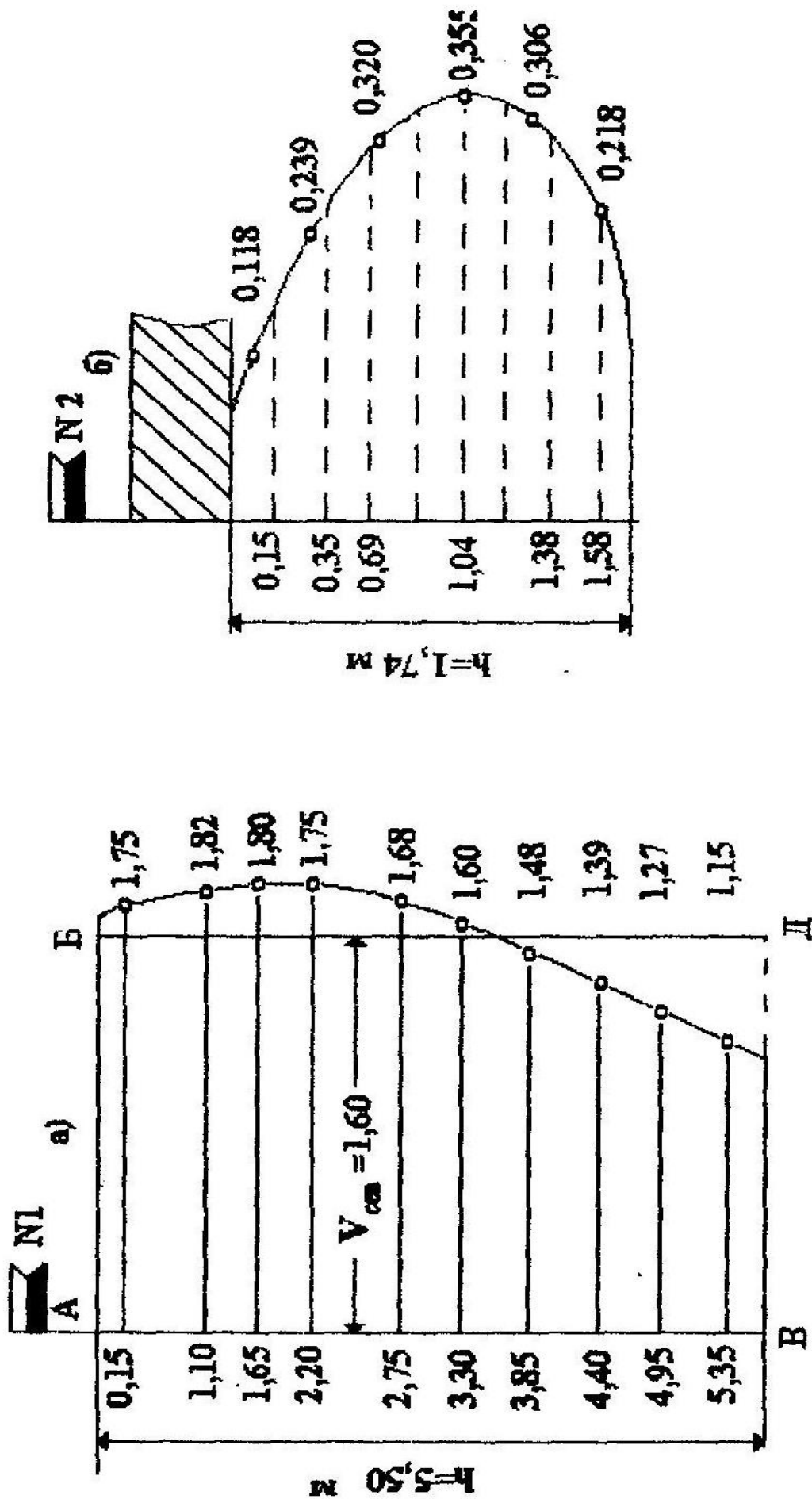


Рис. 1 - До розрахунків середньої швидкості на вертикалі

- якщо при обводі контуру другий відлік виявився менше першого, то до нього додають 10000.

Планіметрування площі може бути зроблене при положенні планіметра поза і усередині контуру. Найчастіше для гідрометричних креслень полюс планіметра знаходиться поза контуром і площа обчислюється за формулою

$$S=C(u_2-u_1), \quad (1.9)$$

де C - ціна поділки планіметра; u_1 - початковий відлік; u_2 - кінцевий відлік; u_1 і u_2 - визначаються як середні з трьох відліків, при цьому розбіжність в відліках не повинна бути більше $1/200$ частки середньоарифметичного значення. Планіметрування квадрата виконується з трикратним повторенням.

Для визначення ціни поділки планіметра будується квадрат зі сторонами 5·5 см чи 10·10 см і обчислюється площа квадрата « S_0 » в масштабі обумовленої площі. Квадрат обводиться важелем планіметра не менше трьох разів і визначається різниця відліків « S_0^l », що є площею цього квадрата в поділках планіметра. Різниця між показниками не повинна перевищувати 2%. Ціна поділки планіметра обчислюється за формулою

$$C=S_0/S_0^l \quad (1.10)$$

Точність ціни поділки планіметра « C » береться до чотирьох значущих цифр. При визначенні площі квадрата « S_0 » варто пам'ятати, що вертикальний і горизонтальний масштаби при графічних побудовах можуть бути різними. Розглянемо визначення ціни поділки при планіметруванні епюри швидкостей (табл.2). Квадрат для визначення ціни поділки прийнятий 5·5=25 см². Масштаб побудови епюри: вертикальний 1 см -1,0 м, горизонтальний 1 см - 0,5 м/с, площа квадрата « S_0 »=1,0·0,5·25 = 12,5 м²/с. Площа квадрата « S_0^l » у поділках планіметра дорівнює 234, отже, ціна поділки планіметра з урахуванням заданої точності дорівнює $C=12,5:234=0,0534$ м²/с.од.

Таблиця 2

Визначення ціни поділки планіметра для розрахунків площі епюри швидкості

Планіметр №1916

Площа фігури, яку обводять планіметром	Відліки	Площа фігури " S_0^I " при обведенні планіметром			Середня різниця	Площа фігури в масштабі епюри " S_0 ", м ² /с	Ціна поділки планіметра $C=S_0/S_0^I$ м ² /с.од.
		Відлік по планіметру					
		1	2	3			
$5 \cdot 5 = 25$	початковий кінцевий різниця	1867 2102 235	1482 1716 234	8333 8569 236	234	12,5	0,05342

Знаючи ціну поділки C планіметра, можна визначити площу епюри швидкості. Дані планіметрування епюри швидкості наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Розрахунок середньої швидкості на вертикалі №1, планіметр №1916,

ціна поділки $C=0,05342$ м²/с.од

Відліки	Відлік по планіметру			Середня різниця відліків	Площа епюри, м ² /с	Глибина, м	Середня швидкість м/с
	1	2	3				
початковий кінцевий різниця	1212 1378 166	5605 5769 164	3176 3341 165	165	8,82	5,50	1,60

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Будз О.П. Гідрологія. Рівне: НУВГП, 2008. 169 с.
2. Загальна гідрологія. Підручник / Хільчевський В.К., Ободовський В.Г. К.: Київський ВПЦ університет, 2008. 398 с.
3. Загальна гідрологія./ Левківський С.С. та інш. К.: Фітосоціоцентр, 2000. 264 с. Допоміжна
4. Гопченко Є.Д., Гушля О.В. Гідрологія суші з основами водних меліорацій. К., 1994. 295 с.
5. Горєв Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Гідрохімія / Підручник. К.: Вища школа, 1995. 308 с.
6. Сливка П.Д., Новосад Я.О., Будз О.П. Гідрологія та регулювання стоку. Рівне: УДУВГП. 2003. 310 с.
7. Колодеєв Є.І. Основи річкової гідрометрії / Є.І. Колодеєв, М.І. Чернов. – Одеса: Вид-во “ТЭС”, 2002. – 159 с.
8. Колодеєв Є.І. Лабораторний практикум з гідрометрії / Колодеєв Є.І. – Одеса: Вид-во “ТЭС”, 2004. – 105 с.

Методичне видання

Володимир Петрович Кирилюк

Михайло Васильович Шемякін

ГІДРОЛОГІЯ

Методичні рекомендації для виконання лабораторної роботи “Обчислення середньої швидкості на вертикалі ” студентів спеціальності 101 Екологія.

Папір друк. №1. Гарнітура Times.

Умовн. друк. аркуш. 0,67. Тираж 50 прим.