



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Мукачівський державний університет

Кафедра географії та суспільних дисциплін



ЗАГАЛЬНА ГІДРОЛОГІЯ

ПРАКТИКУМ

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти спеціальності 106 «Географія»

Мукачево
МДУ 2024

*Розглянуто та рекомендовано до друку науково-методичною радою
Мукачівського державного університету
протокол № 7 від 14.02.2024 р.
Розглянуто та схвалено на засіданні
кафедри географії та суспільних дисциплін
протокол № 11 від 26.01.2024 р.*

Укладач

Лета В. В. – кандидат географічних наук, доцент кафедри географії та суспільних дисциплін Мукачівського державного університету

Рецензент

Л52

Загальна гідрологія: практикум для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 106 «Географія» / укладач: Лета В.В. – ПП Данило С.І., 2024 р., 43 с. (1,1 д. а.)

Практикум укладено з метою формування базових знань щодо формування водного стоку, водного балансу, водообміну, проточності, рівневого режиму вод, а також засвоєння методів, за допомогою яких можна досліджувати головні гідрологічні параметри водних геосистем.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Опис навчальної дисципліни.....	6
Тема 1. Ознайомлення із структурою гідрологічної науки та водних об'єктів.....	8
Тема 2. Визначення фізико-географічних та морфометричних характеристик річкової мережі.....	12
Тема 3. Визначення морфометричних характеристик річкового басейна.....	17
Тема 4. Побудова профілю поперечного перерізу русла річки та обчислення його основних морфометричних характеристик.....	21
Тема 5. Побудова гідрографа та його генетичний аналіз.....	24
Тема 6. Визначення основних морфометричних характеристик озера.....	29
Тема 7. Водні ресурси та водний баланс території України.....	32
Рекомендована література.....	36
Додаток 1	37
Додаток 2	38
Додаток 3	39

ВСТУП

Метою практикуму з дисципліни «Загальна гідрологія» є формування в здобувачів знань про водні об'єкти земної кулі, процеси, які в них протікають, взаємодію водних об'єктів з географічним середовищем та їх значення у народному господарстві.

Завдання практикуму:

- сформуувати основні знання про природні води Земної кулі, гідрологічні процеси та явища, а також закономірності їх розвитку у взаємозв'язку з атмосферою, літосферою та біосферою;

- пояснити основні поняття про загальні закономірності будови, функціонування, динаміки та еволюції водних об'єктів Землі;

- дати базові знання з гідрології для раціонального й комплексного використання водних ресурсів та вирішення екологічних проблем водокористування;

- сприяти оволодінню здобувачами сучасних підходів до вивчення процесів та явищ у водних геосистемах;

- навчити оцінювати наслідки впливу техногенної діяльності людини на гідрологічні об'єкти та надавати рекомендації та розробку заходів щодо зниження антропогенного впливу на гідрологічні об'єкти.

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Загальна гідрологія»:

У процесі вивчення курсу студент повинен **знати:**

- базовий понятійно-термінологічний апарат загальної гідрології,

- структуру гідрології як науки та історію її становлення;

- фізичні та хімічні властивості природних вод;

- механізми формування колообігу води;

- класифікацію річок, озер, боліт, підземних вод, льодовиків, морів їх морфометричні параметри та характеристики;

- закономірності та взаємозв'язки гідрологічних процесів із кліматом і динамікою атмосфери, із рельєфом і ґрунтово-рослинним покривом та ін.;

- класифікацію водних об'єктів, уміти показати взаємозв'язок окремих об'єктів гідросфери;

- основні фізичні закономірності під час пояснення різних гідрологічних процесів і явищ;

- розуміти взаємозв'язок окремих гідрологічних процесів у водних об'єктах різних типів;

володіти і уміти:

- пояснювати основні закономірності просторо-часової мінливості гідрологічних характеристик та вміти проілюструвати викладення цих закономірностей графіками і схемами;

- обчислювати основні морфометричні характеристики водних об'єктів;

- аналізувати гідрографи, визначати типи живлення водних об'єктів, їх льодовий та гідрологічний режими;

- здійснювати розрахунки складових річкового стоку, будувати епюри та ізотахи;

- оцінювати вплив господарської діяльності на забруднення поверхневих вод та екосистемну цілісність;

- використовувати методику дослідження річок під час проведення польових досліджень.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

ЗК 01 - Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 02 - Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 03 - Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК 06 - Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК 07 - Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 09 - Здатність працювати автономно.

СК 01 - Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проектів.

СК 02 - Здатність застосовувати знання і розуміння основних характеристик, процесів, історії і складу природи і суспільства.

СК 03 - Здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів і технологічних та програмних засобів у польових і лабораторних умовах.

СК 05 - Здатність аналізувати склад і будову геосфер (у відповідності до спеціалізації) на різних просторово-часових масштабах.

СК 06 - Здатність інтегрувати польові та лабораторні спостереження з теорією у послідовності: від спостереження до розпізнавання, синтезу і моделювання.

СК 08 - Самостійно досліджувати природні матеріали та статистичні дані в польових і лабораторних умовах, описувати, аналізувати, документувати і презентувати результати.

СК 09 - Здатність до планування, організації та проведення досліджень і підготовки звітності.

СК 10 - Здатність ідентифікувати та класифікувати відомі і реєструвати нові об'єкти у географічній оболонці, їх властивості та притаманні ним процеси.

Програмні результати навчання:

P01 - Знати, розуміти і вміти використовувати на практиці базові поняття з теорії географії, а також світоглядних наук.

P02 - Знати і розуміти основні види географічної діяльності, їх поділ.

P03 - Пояснювати особливості організації географічного простору.

P05 - Збирати, обробляти та аналізувати інформацію в області географічних наук.

P06 - Використовувати інформаційні технології, картографічні та геоінформаційні моделі в галузі географічних наук.

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів денна форма навчання – 4	Галузь знань 10 Природничі науки	Нормативна
Модулів – 1	Спеціальність 106 Географія	Рік підготовки:
Змістових модулів – 1		2-й
Індивідуальне науково- дослідне завдання не передбачено		Семестр
Загальна кількість годин – денна форма навчання – 120		3-й
		Лекції
	Освітні ступінь: бакалавр	16 год.
		Практичні, семінарські
		14 год.
		Лабораторні
		- год.
		Самостійна робота
		60 год.
	Вид контролю: іспит	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента - 3		

Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання – 30 год./60 год. (33%/67%).

ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

№	Назва теми	К-ть год.
1	<p>Ознайомлення із структурою гідрологічної науки та водних об'єктів</p> <ol style="list-style-type: none"> Вивчити структуру гідрологічної науки. Вивчити та представити у табличній формі види та визначення водних об'єктів. Вивчити та представити у табличній формі види та визначення водних об'єктів. Вивчити та проаналізувати методи гідрологічних досліджень. <p><i>Рекомендована література: [1, 3, 5, 9, 10]</i></p>	2

2	<p align="center">Визначення фізико-географічних та морфометричних характеристик річкової мережі</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Визначити морфометричні характеристики річкової мережі. 2. Побудувати гідрографічну схему ріки, здійснити кодування порядків водотоків. 3. Побудувати повздовжній профіль річки. <p><i>Рекомендована література: [1, 3, 5, 9, 10]</i></p>	2
3	<p align="center">Визначення морфометричних характеристик річкового басейна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Визначити морфометричні характеристики річкового басейну. 2. Побудувати гіпсографічну криву басейну, яка вказує на відсоток площі басейну, яка перебуває вище певної висоти. 3. Визначити фізико-географічні характеристики басейну ріки. <p><i>Рекомендована література: [1, 3, 5, 9, 10]</i></p>	2
4	<p align="center">Побудова профілю поперечного перерізу русла річки та обчислення його основних морфометричних характеристик</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Побудувати поперечний (водний) переріз русла ріки. 2. Обчислити основні морфометричні елементи русла ріки. <p><i>Рекомендована література: [1, 3, 5, 9, 10]</i></p>	2
5	<p align="center">Побудова гідрографа та його генетичний аналіз</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Побудувати гідрограф користуючись даними щоденних витрат річки з “Гідрологічних щорічників”. 2. Розчленувати гідрограф за типами живлення річки. 3. Визначити по гідрографу величину стоку снігових, дощових і підземних вод і їхню частку в % від річного стоку. 4. За гідрографом подати короткий аналіз джерел живлення зазначеної річки. <p><i>Рекомендована література: [1, 3, 5, 9, 10, 21]</i></p>	2
6	<p align="center">Визначення основних морфометричних характеристик озера</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Визначити площу озера. 2. Визначити довжину озера. 3. Визначити ширину озера. 4. Визначити довжину берегової лінії. 5. Визначити об’єм води в озері. 6. Визначити ступінь порізаності берегової лінії за формулою С.Д. Муравейського. <p><i>Рекомендована література: [1, 3, 5, 9, 10]</i></p>	2
7	<p align="center">Водні ресурси та водний баланс території України</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Побудувати діаграми річкового стоку адміністративних областей України. 2. Побудувати діаграми водності основних річок України. <p><i>Рекомендована література: [1, 3, 5, 9, 10]</i></p>	2
Разом за семестр		14

Практична робота № 1

Ознайомлення із структурою гідрологічної науки та водних об'єктів

Мета: систематизація знань про гідрологію та її місце в системі географічних наук.

Завдання:

1. Вивчити структуру гідрологічної науки.
2. Вивчити та представити у табличній формі види та визначення водних об'єктів.
3. Вивчити та представити у табличній формі види та визначення водних об'єктів.
4. Вивчити та проаналізувати методи гідрологічних досліджень.

Вказівки щодо підготовки до заняття:

Для виконання практичної роботи необхідно систематизувати матеріали лекції на тему «Гідрологія як наука. Її місце у вивченні географічної оболонки. Розподіл, властивості та значення води».

Матеріально-технічне забезпечення:

Для виконання завдань знадобиться конспект лекцій, ручка та рекомендована література.

Хід роботи

Завдання 1. Зобразити у вигляді схеми предмет і задачі вивчення гідрології.

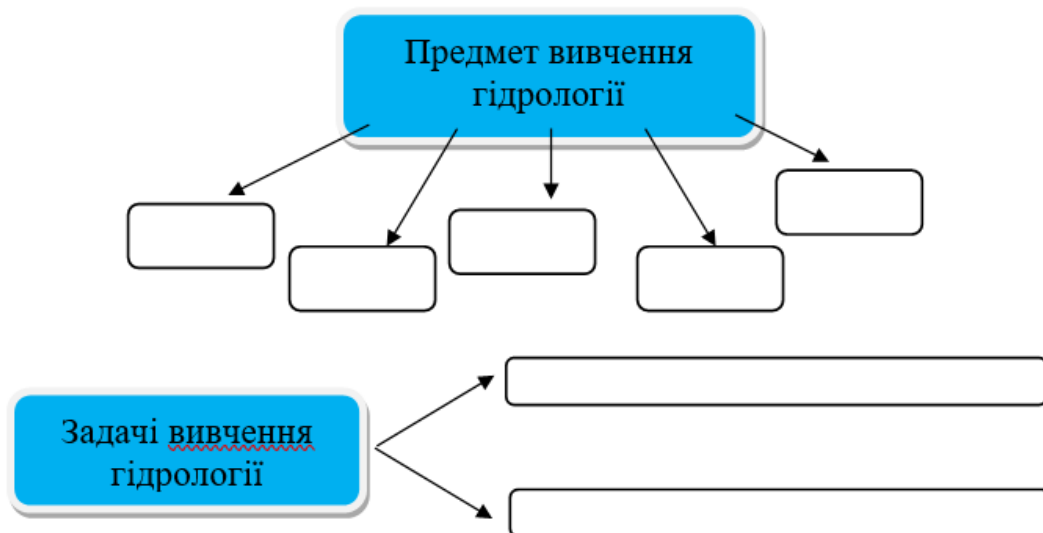


Рис. 1. Схема об'єктно-предметної складової гідрології

Завдання 2. Вивчити структуру гідрологічної науки. Скласти таблицю 1, у якій зазначити характеристики основних підрозділів гідрології (приклади заповнення наведено для такої науки як загальна гідрологія).

Характеристика гідрологічної науки

Дисципліни та розділи гідрології	Об'єкти і предмети вивчення	Зв'язок з іншими науками
Загальна гідрологія	Розподіл та кругообіг води на Землі, окремі частини гідросфери, взаємозв'язок між ними, найбільш загальні закономірності гідрологічних процесів і явищ, що в них відбуваються.	Фізична географія, ґрунтознавство, геоморфологія, геологія, біологія, метеорологія, кліматологія, картографія, фізика, хімія
Гідрологія підземних вод (гідрогелогія)		
Гідрологія суші		
Гідрологія річок (потамологія)		
Гідрологія озер (лімнологія)		
Гідрологія боліт		
Гідрологія льодовиків (гляціологія)		
Гідрологія водосховищ		
Гідрологія морських гирл річок		
Гідрологія моря (фізична океанологія)		
Океанологія		
Океанографія		
Повітряна гідрологія		
Регіональна гідрологія (гідрографія)		
Прикладна гідрологія (інженерна)		
Гідроекологія		
Гідрологічне прогнозування		
Гідрометрія		
Гідрографія		
Гідрохімія		
Гідрофізика		
Гідромеханіка		
Гідробіологія		

Завдання 3. Вивчити та представити у табличній формі види та визначення водних об'єктів. Результати оформити у вигляді табл. 2.

Види водних об'єктів

Види водних об'єктів	Види водних об'єктів	Види водних об'єктів
Водотоки	Водні об'єкти на земній поверхні з поступальним рухом води в руслах у бік похилу	
Річка		
Струмок		
Канал		
Водойми		
Океан		
Море		
Озеро		
Водосховище		
Болото		
Особливі водні об'єкти		
Водоносний горизонт		
Артезіанський басейн		
Гідрографічна мережа		

Завдання 4. Вивчити та проаналізувати методи гідрологічних досліджень. Методи польових досліджень (експедиційні та стаціонарні).

Експедиційні – проведення відносно короткочасних (від декількох днів до кількох років) експедицій на водних об'єктах.

Стаціонарні – проведення тривалих спостережень в окремих місцях водних об'єктів – на спеціальних гідрологічних постах і станціях.

Нетрадиційні методи – дистанційні вимірювання з допомогою локаторів, аерокосмічні знімки та спостереження, автономні реєструючі системи (автоматичні гідрологічні пости на річках, буйкові станції в океанах).

Емпіричний та статистичний методи – встановлення зв'язків між різними гідрологічними характеристиками, прогнозування гідрологічних явищ за допомогою сучасних прийомів обробки даних спостережень та математичної статистики.

Методи математичного та імітаційного моделювання, системного аналізу.

Вимоги до оформлення та захисту результатів роботи:

В результаті виконання практичної роботи студент узагальнює та систематизує теоретичні знання у вигляді коротких нотаток, тез, таблиць та схем.

Контроль та захист результатів виконання практичної роботи здійснюється за допомогою опитування та перевірки таблиць.

Контрольні запитання:

1. Що вивчає наука гідрологія? Що є предметом вивчення гідрології? Які основні задачі вивчення гідрології?
2. В чому полягає основний зміст гідрологічних досліджень?
3. Коли і де вперше з'явився термін «Гідрологія»?
4. Прослідкуйте зв'язок гідрології з метеорологією, геологією, ґрунтознавством, фізикою, хімією, математикою та ін.
5. Вкажіть практичне значення гідрології як науки.
6. Які галузі називають водоспоживачами і водокористувачами?

Практична робота № 2

Визначення фізико-географічних та морфометричних характеристик річкової мережі

Мета: формування в здобувачів практичних навичок з розрахунків морфометричних параметрів річок.

Завдання:

1. Визначити морфометричні характеристики річкової мережі.
2. Побудувати гідрографічну схему ріки, здійснити кодування порядків водотоків.
3. Побудувати поздовжній профіль річки.

Вказівки щодо підготовки до заняття:

Для виконання завдань потрібно систематизувати матеріали лекції на тему «Гідрологія річок. Стік та режим річок».

Матеріально-технічне забезпечення:

Для виконання завдань знадобиться конспект лекцій, ручка та рекомендована література, дані гідрологічних щорічників.

Хід роботи

Завдання 1. Визначити морфометричні характеристики річкової мережі.

До них відносяться:

Довжина річки, L_p – відстань від витoku до гирла, що вимірюється по фарватеру (лінія найбільших глибин), або за лінією, яка проходить по середині річки – на рівній відстані між двома берегами.

Вимірювання довжини річки проводять курвіметром або циркулем-вимірювачем по усіх меандрах річки. Потрібно за масштабом карти визначити кількість кілометрів (си метрів), які відповідають одному кроку циркуля, а потім кількість кроків помножити на довжину одного кроку циркуля-вимірювача за масштабом:

$$L_p = l_n n, \text{ (м, км)}$$

де, l_n – довжина одного кроку циркуля-вимірювача.

n – кількість кроків циркуля-вимірювача.

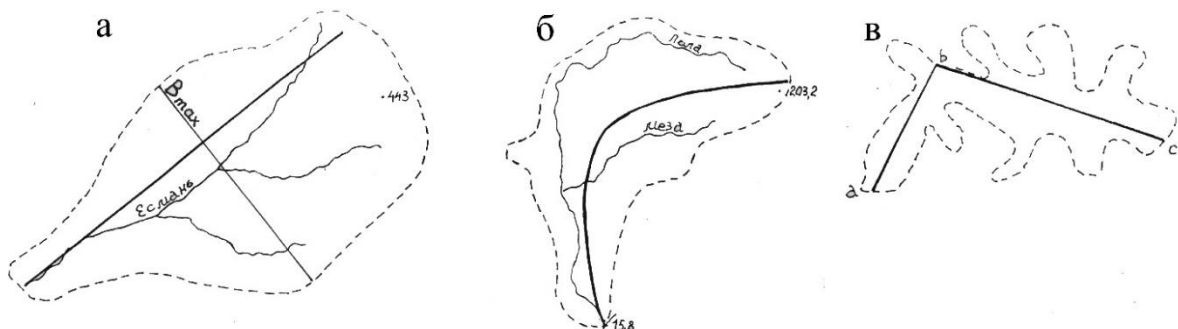


Рис. 1. Довжина басейну річки:
а – по прямій лінії; б – по медіані; в – по ламаній лінії

Сумарна довжина всіх водотоків, ΣL , км – це довжина як головної річки, так і її правих та лівих приток. Завдання виконується аналогічно попередньому та оформляється у вигляді табл. 1. Виділення приток та основних морфометричних елементів річки можна побачити на рис. 1.

Таблиця 1

Гідрографічні характеристики основних річок басейну р. Тиса

Назва річки	Куди впадає	Відстань від гирла основної річки, км	Довжина річки, км		Площа водозбору, км ²	
			повна	в межах України	повна	в межах України
Тиса (разом з Чорною Тисою)	Дунай	1218	966	265	157186	12777
Чорна Тиса	Тиса	913,5	50	50	567	567
Біла Тиса	"	913,5	26	26	489	489
Вишеу	"	886,1	79,1	0	1580	0
Косівська	Тиса	876,6	43,1	43,1	157	157
Шопурка	"	871,9	41,4	41,4	286	286
Іза	"	856,5	80,0	0	1300	0
Сепинця	"	838,5	18,0	0	149	0
Тересва	"	835,4	56	56	1220	1220
Теребля	"	818,1	91	91	750	750
Ріка	"	793,0	92	92	1240	1240
Боржава	"	729,3	106	106	1360	1360
Латориця	Бодрог	90	191	144	7860	2900
Уж	Лаборець-Латориця	-	133	106	2750	2010

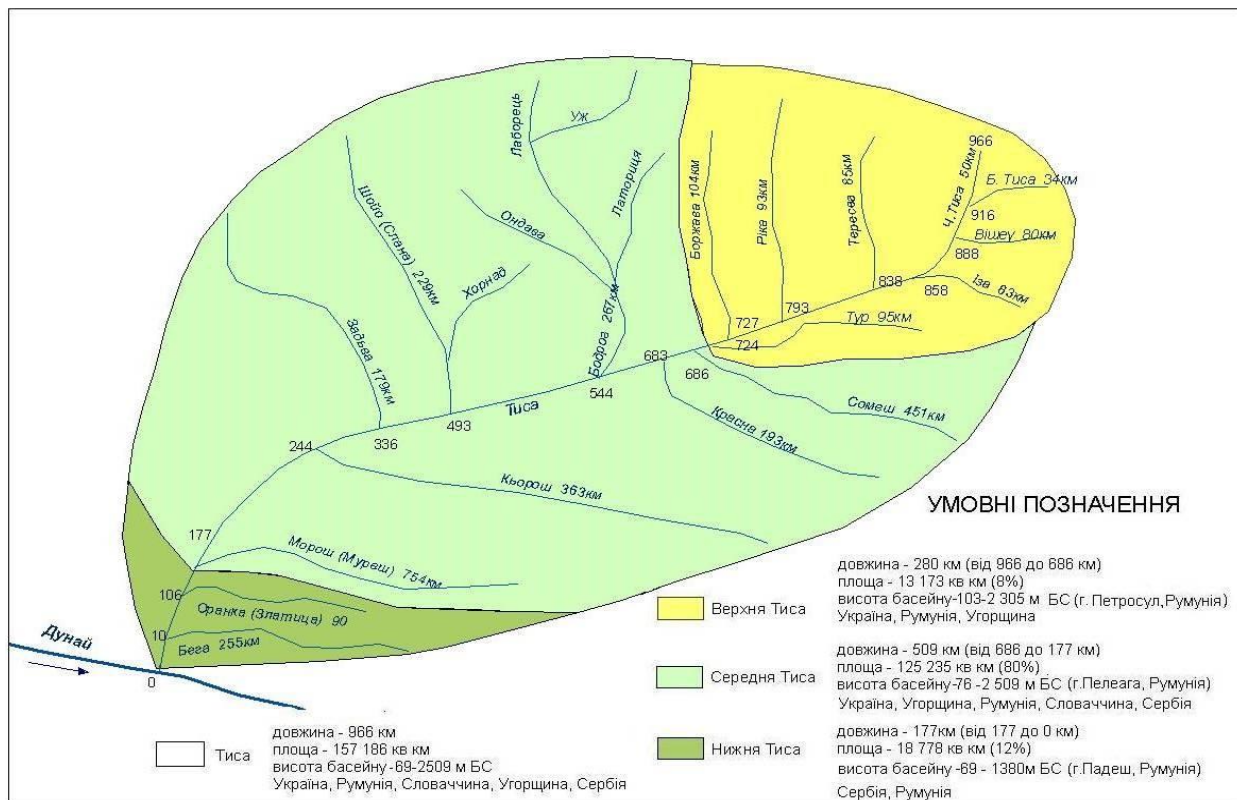


Рис. 2. Схема ділянок басейну р. Тиса.

Коефіцієнт звивистості річки, $K_{зв}$ – це відношення виміряної по всіх звивинах довжини річки до довжини прямої від витoku до гирла річки:

де, L – довжина річки з усіма звивинами,

l – довжина прямої від витoku до гирла.

Коефіцієнт розгалуженості ріки ($K_{рзг}$) – відношення довжини всіх рукавів і приток ріки до її довжини:

$$K_{рзг} = (\sum l_n + L) / L,$$

де, L – довжина річки,

$\sum l_n$ – довжина всіх приток і рукавів річки.

Похил виражається відношенням різниці позначок висоти (дна чи поверхні води) на початку (H_1) та наприкінці (H_2) досліджуваної ділянки (цю різницю називають падінням) до відстані (L -довжина річки, км) між початком і кінцем ділянки, тобто:

$$I = (H_1 - H_2) / L, \text{ м/км}$$

Густота річкової мережі (ρ) – відношення суми довжин усіх рік басейну (чи іншої території), в тому числі пересихаючі тимчасові водотоки, вираженої в км ($\sum l_n + L$) до площі басейну або території (F), вираженої в квадратних кілометрах.

$$\rho = (\sum l_n + L) / F, \text{ км/км}^2.$$

Завдання 2. Побудувати гідрографічну схему ріки, здійснити кодування порядків водотоків.

Порядок виконання. На горизонтальній лінії в обраному масштабі відкладають загальну довжину основної річки. Її притоки креслять у тому ж масштабі у вигляді прямих ліній, що відходять від головної річки під однаковим кутом (30° – 40°) у місцях їх впадіння. Нахил ліній – у бік витoku. На схемі виписують довжину головної річки та приток і їх назви, чи порядковий номер.

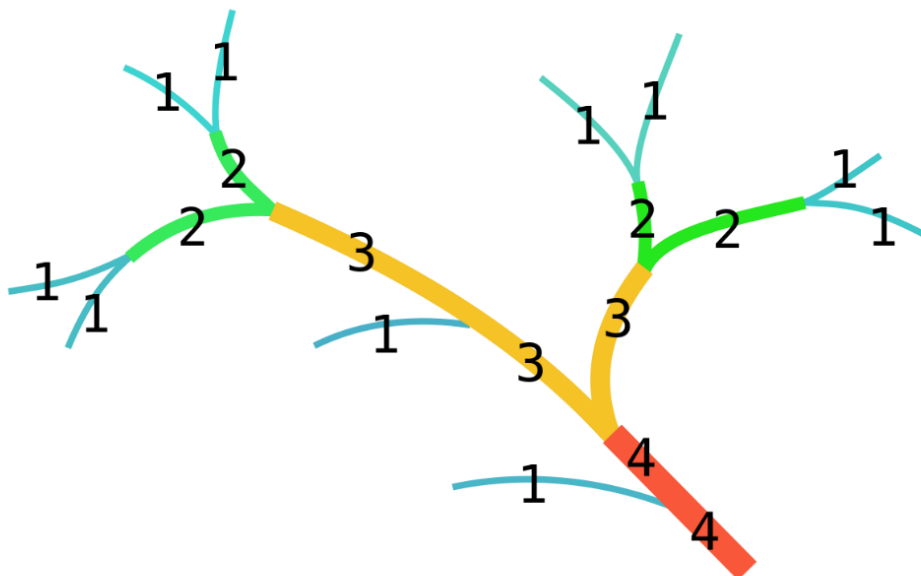


Рис. 3. Схема порядку приток згідно Стралера А.Н.

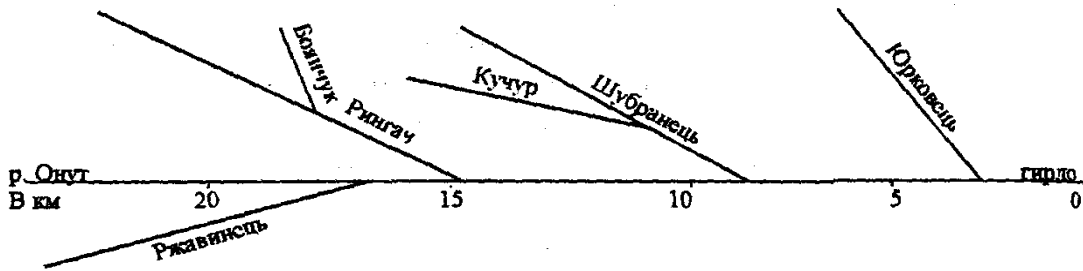


Рис. 4. Гідрографічна схема р. Онут

Завдання 3. Побудувати повздовжній профіль річки.

Повздовжній профіль річки – це крива, яка показує зміну висоти дна і поверхні ріки від витоків до гирла. Повздовжній профіль ріки характеризує зміну похилів її дна та поверхні води вздовж течії. Похил виражається відношенням різниці позначок висоти (дна чи поверхні води) на початку (H_1) та наприкінці (H_2) досліджуваної ділянки (цю різницю називають падінням) до відстані (L) між початком і кінцем ділянки, тобто:

$$I = \frac{H_1 - H_2}{L_c}$$

Для побудови повздовжнього профілю по вертикальній осі відкладають висоту рівня води або дна (м), по горизонтальній – віддаль від витоків до гирла (км).

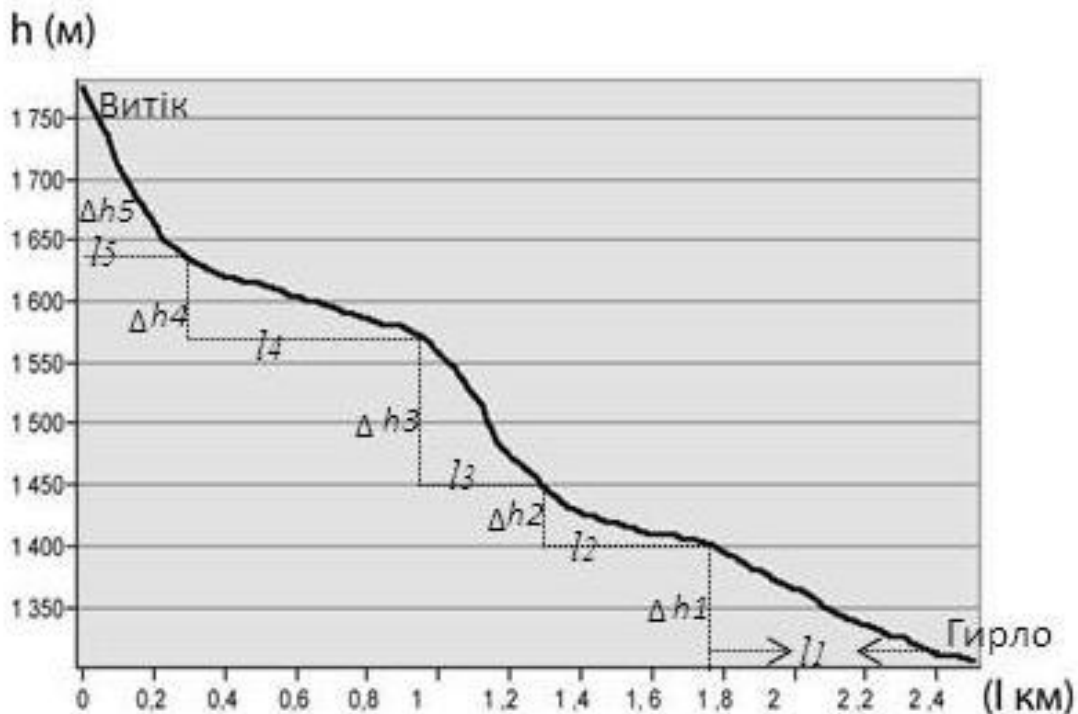


Рис. 5. Приклад побудови повздовжнього профілю річки

Вимоги до оформлення та захисту результатів роботи:

В результаті виконання практичної роботи студент узагальнює та систематизує теоретичні знання у вигляді коротких нотаток, тез, схеми та профіля.

Контроль та захист результатів виконання практичної роботи здійснюється за допомогою опитування та перевірки схеми та профіля.

Контрольні запитання:

1. Який водний об'єкт гідросфери називається річкою?
2. Який процес називається стоком?
3. Як поділяють річки за розміром, джерелами живлення, умовами протікання, водним та льодовим режимом?
4. Що називається річковою системою, річковим басейном, вододілом?
5. Назвіть основні морфометричні характеристики річкового басейну.
6. Які характеристики відносять до фізико-географічних та геологічних характеристик басейну річки?
7. Що називають водним режимом річки?

Практична робота № 3

Визначення морфометричних характеристик річкового басейна

Мета: формування в здобувачів практичних навичок з розрахунків морфометричних параметрів річкових басейнів.

Завдання:

1. Визначити морфометричні характеристики річкового басейну.
2. Побудувати гіпсографічну криву басейну, яка вказує на відсоток площі басейну, яка перебуває вище певної висоти.
3. Визначити фізико-географічні характеристики басейну ріки.

Вказівки щодо підготовки до заняття:

Для виконання завдань потрібно систематизувати матеріали лекцій на тему «Гідрологія річок. Стік та режим річок» та «Ерозійно-аккумулятивна робота річок».

Матеріально-технічне забезпечення:

Для виконання завдань знадобиться конспект лекцій, ручка та рекомендована література, топографічні карти.

Хід роботи

Завдання 1. Визначити морфометричні характеристики річкового басейну.

Передусім необхідно визначити вододільну лінію, яка проходить по найвищих відмітках рельєфу, що розмежують суміжні похили. Обмежена вододільною лінією площа і є *водозбірною площею річки*. При проведенні ліній вододілів враховують бергштрихи.

До морфометричних характеристик річкового басейну відносяться:

Площа басейну (F , m^2 , km^2). Площу басейну визначають планіметром, палеткою, розбивкою контуру басейну на геометричні фігури. При використанні планіметра необхідно визначити ціну однієї поділки, яку обчислюють для кожної зони, обмеженої двома суміжними паралелями, як частка відділення математичної площі трапеції (взятої в таблицях) на число поділок планіметра. Обводку площі кожного контуру виконують двічі. Різниця в кількості поділок планіметра між двома обводками не повинна перевищувати $1/200$ частку їхнього середнього арифметичного. Для площ, що відповідають 50-200 поділкам планіметра, ця різниця не повинна перевищувати 1-2 поділки. Незначні площі обводять планіметром декілька разів (5-6). Число поділок планіметра (різниця відліків) поділена на кількість обводок дає середнє число поділок планіметра. При визначенні значних площ доцільно безпосередньо використовувати геодезичні таблиці.

При наявності планіметра обводку виділених контурів (водозборів приток та міжприточних просторів) виконують двічі – при двох положеннях полюса відносно обвідного важеля: полюс-вліво, полюс-вправо.

Палетку використовують при визначенні площ до 500 см^2 і у випадках, коли використовуються старі потерті карти і метод планіметрування дає значні похибки. Палетка виготовляється з органічного скла чи з кальки. На палетку

наносять сітку квадратів з розмірами 2×2 , 5×5 , 10×10 мм. Ціна поділки квадрату визначається в залежності від масштабу карти. Палетку кладуть на контур і підраховують спочатку кількість повних квадратів, а потім неповних. Площу території визначають за формулою:

$$F = \left(\Pi + \frac{H}{2} \right) \times a,$$

де, F – вимірювана площа,

Π – кількість повних квадратів палетки в межах вимірюваного контуру, H – кількість неповних квадратів, a – ціна поділки палетки (площа квадрата в масштабі карти).

Вимірювання виконують двічі, і якщо розбіжності між загальною кількістю квадратів не перевищують 2%, то за кінцевий результат беруть середнє з двох вимірювань. Якщо розходження перевищує 2%, то вимірювання повторюють.

Коефіцієнт асиметрії (a) – відношення різниці між площами басейнів лівобережних (f_l) та правобережних (f_p) приток до площі басейну загалом:

$$a = f_l - f_p / F.$$

Довжина басейну (L_b , км, м) – це відстань по прямій від гирла чи замикаючого створу до найвіддаленішої точки на вододільній лінії. При зігнутій формі басейну лінію його довжини проводять через середини поперечників, що претинають площу водозбору перпендикулярно до напрямку головної річки.

Середня ширина басейну $V_{сер}$, відношення площі басейну (F) річки до його довжини (L_b):

$$V_{сер} = F / L_b$$

Максимальна ширина басейну (V_{max} , м, км) визначається по прямій, перпендикулярній до осі басейну у найширшій його частині.

Середня висота басейну ($H_{сер}$, м, км) визначається за картою. Для цього визначають площі між сусідніми горизонталями (f) і середні висоти горизонталей (h), між якими знаходиться площа:

$$H_{сер} = f_1 h_1 + f_2 h_2 + \dots + f_n h_n / F$$

Середній нахил поверхні басейну ($I_{сер}$) визначають за формулою:

$$I_{сер} = H \times (0.5 l_0 + l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_{n-1} + 0.5 l_n) / F,$$

де, H – різниця відміток сусідніх горизонталей (висота перерізу горизонталей), l_0, l_1, \dots, l_n – довжина горизонталей, F – площа басейну.

Довжина вододільної лінії (S , км, м) – це довжина вододілу, яка вимірюється так само як і довжина річки.

Порізанисть контуру басейну (m) або коефіцієнт розвитку довжини вододільної лінії – це відношення довжини вододільної лінії до довжини кола, що обмежує рівновелику водозборіві площу круга.

Обчислюють за формулою:

$$m = 0,282 S / \sqrt{F},$$

де, S – довжина вододільної лінії,

F – площа басейну.

Завдання 2. Побудувати гіпсографічну криву басейну, яка вказує на відсоток площі басейну, яка перебуває вище певної висоти.

Для побудови гіпсографічної кривої визначають площі між горизонталями. По горизонтальній осі відкладають ці площі (в квадратних кілометрах або відсотках), а по вертикальній осі – висоти цих площ. Підсумовуючи величини площ кожної висоти в км² чи % одержимо гіпсометричну криву. З допомогою кривої можна визначити середню висоту басейну над рівнем ріки. З цією метою з середини горизонтальної осі піднімають перпендикуляр до перетину з кривою і опускають перпендикуляр на вісь ординат. Висота, яку відсіче ця лінія, і буде середньою висотою басейну над рівнем моря.

Завдання 3. Визначити фізико-географічні характеристики басейну ріки.

Фізико-географічні умови характеризують за таким планом:

- Географічне положення басейну на континенті, яке може бути виражене через віддаленість (в км) від океану, широту і довготу центру і крайніх точок басейну.

- Географічний пояс, природна зона або висотний пояс.

- Тектонічна і геологічна будова, фізичні і водні властивості підстилаючих порід, гідрогеологічні умови.

- Рельєф, який може бути охарактеризований (кількісно) через середню висоту і середній похил поверхні басейну (за формулами 1, 2).

- Клімат (характер циркуляції атмосфери, режим температури і вологості повітря, кількість і режим атмосферних опадів, випаровування).

- Ґрунтово-рослинний покрив, який можна охарактеризувати через коефіцієнт лісистості та площею певного типу ґрунту в межах басейну.

Коефіцієнт лісистості – це відношення площі лісів ($f_{\text{ліс}}$), розташованих в басейні, до загальної площі басейну (F):

$$K_{\text{ліс}} = \Sigma f_{\text{ліс}} / F,$$

Коефіцієнт лісистості визначають у відсотках, або в частках від одиниці.

Його можна обчислити як для водозбору загалом, так і для окремих ділянок.

Наявність і особливість інших водних об'єктів – озер, боліт, льодовиків та ін.

Коефіцієнт озерності ($K_{\text{оз}}$) – це відношення площі озер ($f_{\text{оз}}$), розташованих у басейні, до загальної площі басейну (F):

$$K_{\text{оз}} = \Sigma f_{\text{оз}} / F,$$

Коефіцієнт заболоченості ($K_{\text{бол}}$) – це відношення площі боліт ($f_{\text{бол}}$), що знаходяться в басейні, до загальної площі басейну (F):

$$K_{\text{бол}} = \Sigma f_{\text{бол}} / F.$$

Вимоги до оформлення та захисту результатів роботи:

В результаті виконання практичної роботи студент узагальнює та систематизує теоретичні знання у вигляді коротких нотаток, тез, математичних розрахунків та гіпсографічної кривої.

Контроль та захист результатів виконання практичної роботи здійснюється за допомогою опитування та перевірки розрахунків і гіпсографічної кривої.

Контрольні запитання:

1. Перелічіть складові частини річкової долини.
2. Як класифікують ріки?
3. Назвіть і проаналізуйте основні морфометричні характеристики ріки.
4. Проаналізуйте морфометричні характеристики басейну ріки.
5. Назвіть типи поздовжнього профілю річки?
6. Назвіть основні фізико-географічні характеристики басейну.
7. Що таке похил і падіння ріки?

Практична робота № 4

Побудова профілю поперечного перерізу русла річки та обчислення його основних морфометричних характеристик

Мета: формування в здобувачів практичних навичок з розрахунків морфометричних параметрів русла річки.

Завдання:

1. Побудувати поперечний (водний) переріз русла ріки.
2. Обчислити основні морфометричні елементи русла ріки.

Вказівки щодо підготовки до заняття:

Для виконання завдань потрібно систематизувати матеріали лекції на тему «Ерозійно-аккумулятивна робота річок».

Матеріально-технічне забезпечення:

Для виконання завдань знадобиться конспект лекцій, ручка та рекомендована література, морфометричні дані.

Хід роботи

Поперечний переріз русла – площа, перпендикулярна до напрямку течії потоку у певному пункті. Ця площа обмежена знизу дном, лінією горизонту води, а по боках - схилами русла. Кожному рівню води в річці відповідає свій водний переріз. При льодовому покриві верхньою межею площі поперечного перерізу вважають лінію рівня води в ополонках. Поперечний переріз русла визначає пропускну здатність річки і впливає на розподіл швидкостей, похилів, напрямів течії та інші гідравлічні елементи потоку. Розрізняють площу живого перерізу і площу мертвих просторів.

Площа живого перерізу - це та частина площі водного перерізу русла, де швидкості течії більші від нуля або від чутливості приладу, яким вимірюють швидкості. Площа мертвих просторів – це та частина площі водного перерізу русла, в якій течії відсутні або їхні швидкості нижчі від початкової швидкості гідрометричної вертушки.

Дані для побудови поперечного перерізу отримують унаслідок виконання промірних робіт на водомірних постах.

Відповідно обладнане місце виконання систематичних промірних робіт для визначення морфометричних характеристик поперечного перерізу і гідрологічних характеристик водного потоку називають водомірним постом.

Промірні роботи потрібно виконувати у місці впадання річкового потоку, басейн якого обстежується, до основної річки. Бажано, щоб ділянка річки в місці розміщення поста мала характерний для цього району гідрологічний режим, була дещо прямолінійною, доступною для виконання спостережень, з характерними берегами і без завалів у руслі.

Виконання промірних робіт

Промірювання глибин здійснюють вздовж ліній обраного поперечного профілю. З цією метою вздовж одного з берегів річки прокладають мірні «магістралі». Перпендикулярно до магістралі розбивають поперечники.

Промірні пункти (вертикалі) на кожному поперечнику визначають через рівні відстані; їхня кількість залежить від завдання промірних робіт і ширини ріки, рельєфу дна річки. На обраних поперечних перерізах натягують троси. Трос або шнур закріплюють на глибоко забитих кілках по лінії створу так, щоб він не провисав над водою і не торкався поверхні води. Промірні пункти позначають на тросі через 20 см, 50 см чи інші проміжки.

Після розбивки розпочинають промірювання глибин ріки по лінії профілю мірною рейкою. З цією метою обирають (визначають) постійний початок (ПП) – нерухому точку, від якої відбуватиметься відлік при промірних роботах і яка не буде змінювати місце положення під час виконання промірних робіт (репер, дерево, великий камінь). В останній точці проміру, яку називають урізом води, зазначають її віддаль від найближчої точки промірювання. Промірювання глибин виконують два рази: від постійного початку до урізу ріки, і навпаки. Під час промірів глибин визначають характер ґрунту дна річки. Дані промірів записують у заздалегідь підготовлену таблицю.

Основними морфометричними елементами водного перерізу є:

- Площа водного перерізу (S , м²)
- Змочений периметр (P , м).
- Гідравлічний радіус (R , м).
- Ширина русла (B , м)
- Максимальна глибина (h_{\max} , м)
- Середня глибина ($h_{\text{сер}} = S/B$, м).

Оскільки в річкових руслах ширина значно (у десятки і сотні разів) перевищує глибину, середня глибина практично дорівнює величині гідравлічного радіуса.

Важливою характеристикою поперечного перерізу русла є його форма. Якщо форма близька до параболи, то в руслі спостерігається рівномірний рух води. Якщо ж у межах поперечного перерізу русла є виступи дна, або поглиблення, створюються вири, обернені течії, зони застою води. В таких умовах порушуються співвідношення між нахилам и водної поверхні, глибинами і швидкостями течії.

Завдання 1. Побудувати поперечний (водний) переріз русла ріки (дані для побудови даються викладачем кожному студентові у вигляді таблички).

Таблиця 1

Поперечний переріз русла річки

№ промірних і швидкісних вертикалей	Відстань від постійного початку (м)	Глибини (м)	Швидкість течії (м/с) в точках на швидкісних вертикалях				
			Поверхня (0.1 м)	0.2Н	0.6Н	0.8Н	Дно (0.1 м від дна)

На міліметровому папері по горизонталі відкласти віддалі від постійного початку промірів, а по вертикалі – глибини. Горизонтальний масштаб (ширина ріки) беруть у 2, 5, 10, 20 разів менше вертикального (глибина ріки), щоб такий профіль помістився на міліметровому папері. Точки дна з'єднують прямими лініями.

Завдання 2. Обчислити основні морфометричні елементи русла ріки.

Площу поперечного перерізу (S , м²). Вираховується як сума площ прямокутників і трикутників, на які поділяється водний переріз русла промірними вертикалями глибин.

$$S = \frac{b_1 h_1}{2} + b_2 \frac{h_1 + h_2}{2} + \dots + b_{n-1} \frac{h_{n-1} + h_n}{2} + \frac{b_n h_n}{2}$$

Ширину русла (B , м). Ширина русла ріки визначається як різниця віддалі від постійного початку до урізу лівого берега і віддалі від постійного початку до урізу правого берега:

$$B = l_{ур.л.б.} - l_{ур.п.б.}$$

Довжину змоченого периметру P . Змочений периметр – це довжина підводного контуру водного перерізу, визначається як сума гіпотенуз уявних трикутників, які утворюють лінію дна (C_1, C_2, \dots, C_n):

$$P = \sqrt{b_1^2 + h_1^2} + \sqrt{b_2^2 + (h_2 - h_1)^2} + \sqrt{b_3^2 + (h_3 - h_2)^2} + \dots + \sqrt{b_n^2 + h_{n-1}^2}$$

Середню глибину ($h_{сер}$, м). Визначається за формулою:

$$h_{сер} = S / B$$

Максимальну глибину (h_{max} , м). Визначається безпосередньо з промірів глибин.

Гідравлічний радіус (R , м) виражається відношенням площі водного перерізу (S) до змоченого периметра (P). Визначається за формулою:

$$R = S / P$$

Вимоги до оформлення та захисту результатів роботи:

В результаті виконання практичної роботи студент узагальнює та систематизує теоретичні знання у вигляді коротких нотаток, тез, морфометричних розрахунків і таблиці.

Контроль та захист результатів виконання практичної роботи здійснюється за допомогою опитування та перевірки таблиці й розрахунків.

Контрольні запитання:

1. Що називають поперечним перерізом річки?
2. Як отримують дані для побудови профілю поперечного перерізу?
3. Що таке живий та мертвий перерізи?
4. Назвіть основні морфометричні елементи водного перерізу.
5. Що таке змочений периметр і як його обчислити?
6. Як визначити максимальну і середню глибини водного перерізу?
7. Як обчислити ширину русла?

Практична робота № 5

Побудова гідрографа та його генетичний аналіз

Мета: формування в здобувачів практичних навичок побудови та аналізу гідрографів.

Завдання:

1. Побудувати гідрограф користуючись даними щоденних витрат річки з «Гідрологічних щорічників».
2. Розчленувати гідрограф за типами живлення річки.
3. Визначити по гідрографу величину стоку снігових, дощових і підземних вод і їхню частку в % від річного стоку в загальному живленні ріки.
4. За гідрографом подати короткий аналіз джерел живлення зазначеної річки.

Вказівки щодо підготовки до заняття:

Для виконання завдань потрібно систематизувати матеріали лекцій з блоку гідрології річок.

Матеріально-технічне забезпечення:

Для виконання завдань знадобиться конспект лекцій, ручка та рекомендована література, дані гідрологічних щорічників.

Хід роботи

Водний режим річки – це закономірна зміна в часі рівня, витрати та об'ємів води. Елементами водного режиму є рівень води, швидкість течії та витрата води. Головною кількісною характеристикою водного режиму річок є **гідрограф** – графік зміни витрати води за рік або частину року (сезон, повінь або паводок), тобто зміни витрат у часі. **Витрата води** – це кількість води, яка протікає за одиницю часу через водний переріз (м/с). Зв'язок між рівнями та витратами води може бути однозначним і неоднозначним. В останньому випадку графіки коливання рівнів можуть мати самостійний інтерес, наприклад під час льодових явищ на річках, коли рівні змінюються (при незмінній витраті води) унаслідок накопичення льоду в руслі ріки.

Частина гідрологічного року, в межах якого режим річки відзначається загальними рисами його формування та прояву, зумовленими сезонними змінами клімату, називають **гідрологічним сезоном**. Сезонні зміни клімату безпосередньо впливають на живлення рік і, як наслідок, на форми гідрографів. Розрізняють весняний, літньо-осінній і зимовий гідрологічні сезони. Вивчення форми гідрографів різних рік за багато років дало змогу окреслити характерні періоди підвищених і понижених витрат води та встановити послідовність їхнього чергування. Об'єм річного стоку може змінюватися від року до року, проте характерні періоди (фази) режиму ріки, які залежать від умов живлення, переважно зберігаються. У зв'язку з цим введено поняття **фаза водного режиму рік** - характерний стан водного режиму ріки, який повторюється у певні гідрологічні сезони унаслідок зміни живлення. Головними фазами водного режиму ріки є повінь, паводок і межень.

Повінь – це фаза водного режиму ріки, яка щороку повторюється у певних кліматичних умовах в один і той же сезон і відзначається найбільшою водністю, високим і тривалим підйомом рівня води. Повінь часто супроводжується виходом води на заплаву. Повінь формується як талими сніговими, так і дощовими водами. Танення снігу на рівнинах зумовлює весняну повінь, танення високогірних снігів і льодовиків. Випадання довготривалих літніх дощів є причиною повені у теплу частину року (весняно-літня або літня повінь). Підняття рівня води під час повені відбувається рівномірно.

Паводок – це фаза водного режиму, яка може багаторазово повторюватися у різні сезони року. Для неї властиве інтенсивне, переважно короткочасне збільшення витрат і рівнів води, спричинене дощами чи таненням снігу під час відлиг. Під час паводку підняття рівня води відбувається нерівномірно. Паводки часто супроводжуються катастрофічними наслідками (приклад: Закарпаття, 1998-2001 рр.).

Повінь і паводки мають такі характеристики:

- початок і кінець,
- тривалість,
- тах витрата,
- тах рівень,
- об'єм повені (паводку),
- інтенсивність підйому (спаду) рівня.

Межень – це фаза водного режиму, яка щорічно повторюється в один і той же сезон, відзначається малою водністю, довготривалим низьким рівнем, зумовлена зменшенням живлення ріки. У межень річки живляться переважно за рахунок підземних вод. У помірних широтах вирізняють два періоди зменшеного стоку – літню і зимову межень.

Гідрограф дає вичерпне уявлення про внутрірічний розподіл стоку, тобто розподіл величин стоку за календарними періодами або сезонами року. Аналізуючи форму гідрографів, можна визначити генезис стоку. Генетичний аналіз гідрографів дає змогу кількісно оцінити долю різних типів живлення рік у річному об'ємі стоку. Площа, обмежена гідрографом і осями координат, чисельно дорівнює об'єму стоку за певний період, наприклад за рік. Графічне виділення на гідрографі об'ємів води, зумовлених різними джерелами живлення, називають **розчленуванням гідрографа**. Гідрограф, який відображає загальні риси внутрішньорічного розподілу витрат води у річці, називають **типовим гідрографом**. Вихідними даними для побудови типового гідрографа є річні гідрографи за багаторічний період.

Завдання 1. Побудувати гідрограф користуючись даними щоденних витрат річки з Гідрологічних щорічників.

Річний гідрограф річки, тобто графік коливань витрат води впродовж року, будується на аркуші міліметрівки формату А3 за даними таблиці щоденних витрат води в річці протягом року. На горизонтальній вісі графіка відкладають дні та місяці року в масштабі 1 мм – 1 день, а на вертикальній – витрати води (Q , $м^3/с$) в такому масштабі, щоб увесь графік умістився на аркуші.

Графік льодових явищ розміщується у верхній частині аркуша: період льодоставу зображується горизонтальною лінією товщиною 3 мм, льодоходу – двома паралельними лініями: верхня – тонка, нижня – товщиною 1,5 мм. Відомості про льодові явища вміщені в таблиці щоденних витрат води, які записані справа від значень витрат води у вигляді умовних знаків (рис. 1).

І льодостав	} забереги
● льодохід	■ сало * шуга
○ несуцільний льодохід	{ закраїни
▲ затор] [вода поверх криги
	П зрушення льоду

Рис. 1. Умовні позначення льодових явищ у таблиці щоденних витрат води річки

При побудові графіка закраїни (смуги відкритої води вздовж берега, що утворилися перед скресанням ріки навесні) відносять до льодоставу, а забереги (смуги криги вздовж берега, що утворюються на початку льодових явищ восени) до льодоставу не відносяться. Шуга, сало та інші льодові явища відносяться до льодоходу умовно.

Завдання 2. Розчленувати гідрограф за типами живлення річки. Розчленування гідрографа річки за видами живлення виконується за методикою Б.В. Полякова (рис. 2).

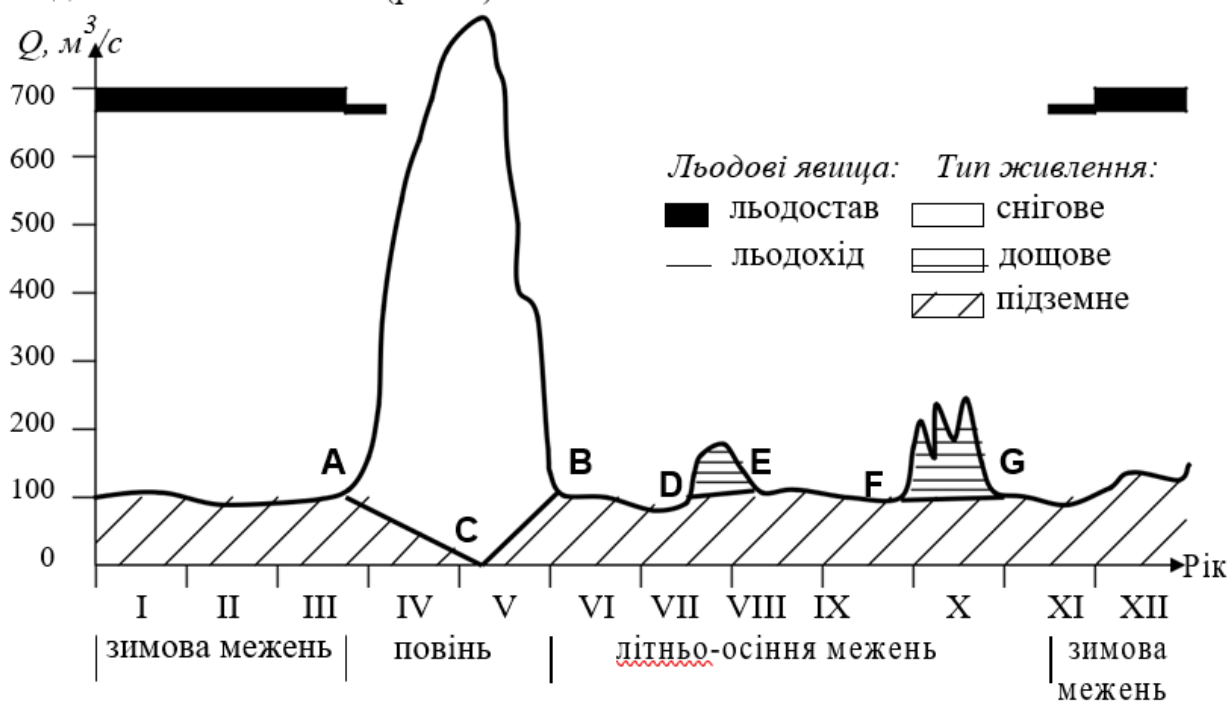


Рис. 2. Розчленування типового гідрографа річки

Тривалість водопілля визначається проміжком часу від початку стрімкого збільшення витрат води до закінчення спаду (між точками на графіку А і В). Площа гідрографа вище лінії АСВ відповідає сніговому живленню, нижче цієї лінії – підземному.

Під час водопілля на графіку витрат води можуть спостерігатись окремі другорядні піки, які на підйомі водопілля пов'язані, як правило, з коливаннями температури повітря, а на спаді – з випадінням дощів.

При відсутності дощових паводків під час літньої межени живлення річки відбувається виключно за рахунок підземних вод. Стікання води, що обумовлене дощовими паводками, відділяється від підземного прямими лініями, що з'єднують початки та закінчення паводків (лінії DE, FG). Відносно невеликі короткочасні підйоми води під час паводків не перешкоджають надходженню підземних вод в русло річки.

Площі гідрографа, які відповідають різним типам живлення, показують різними кольорами чи штриховою, вимірюють їх за допомогою планіметра чи палетки і розраховують долю кожного виду живлення у відсотках від загального стоку річки за рік, тобто від загальної площі гідрографа.

Під графіком виконують розбивку року на фази водного режиму. Крім водопілля, що обмежується точками А і В, виділяється зимова межень – від початку льодових явищ до початку водопілля і літньо-осіння межень – від точки до початку зимової межени. Якщо в осінній період спостерігаються значні дощові паводки, то виділяються окремо літня межень і осінній паводковий період. Характеристики фаз фіксуються в табличному вигляді (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика фаз водного режиму річки

Фази водного режиму	Дати фази		Екстремальні витрати води*		Переважаючий тип живлення
	початок	кінець	м ³ /с	дата	
Весняне водопілля					
Літня межень					
Осінній паводковий період					
Зимова межень					

* Для водопілля та паводків вказують максимальні витрати води, для межени – мінімальні.

Завдання 3. Визначити по гідрографу величину стоку снігових, дощових і підземних вод і їхню частку в % від річного стоку в загальному живленні ріки. При підрахунку величини стоку кожного типу живлення потрібно визначити виділену площу живлення в см² і помножити на її значення 1 см² в масштабі рисунка.

Завдання 4. За гідрографом подати короткий аналіз джерел живлення зазначеної річки.

Загальний тип живлення річки визначається за класифікацією М.І. Львовича, згідно з якою для визначення ступеню переважання того чи іншого виду живлення прийнято три градації:

I. *Виключний* – якщо один з видів живлення перевищує 80% річного стоку річки (наприклад, виключно підземне);

II. *Переважаючий* – якщо на долю одного з видів живлення припадає від 50 до 80% стоку (наприклад, переважно снігове);

III. *Змішаний* – якщо жоден з видів живлення не перевищує 50%.

Діапазони градацій 80 і 50% відносяться до всіх видів живлення, крім льодовикового, для якого градації зменшуються до 50 і 25%.

Вимоги до оформлення та захисту результатів роботи:

В результаті виконання практичної роботи студент узагальнює та систематизує теоретичні знання у вигляді коротких нотаток, тез, гідрографа та його аналізу.

Контроль та захист результатів виконання практичної роботи здійснюється за допомогою опитування та перевірки гідрографа й генетичного аналізу.

Контрольні запитання:

1. Що таке водний режим ріки?
2. Що таке витрата води і як її визначають?
3. Як відрізняються гірський та рівнинний типи річок за фазами водного режиму?
4. Назвіть фази водного режиму ріки та проаналізуйте їх.
5. Що таке типовий гідрограф?
6. Як будують гідрограф ріки і що він показує?
7. Як розчленовують гідрограф за типами живлення?

Практична робота № 6

Визначення основних морфометричних характеристик озера

Мета: формування в здобувачів практичних навичок визначення та аналізу морфометричних параметрів водойм на прикладі озер.

Завдання:

1. Визначити площу озера.
2. Визначити довжину озера.
3. Визначити ширину озера.
4. Визначити довжину берегової лінії.
5. Визначити об'єм води в озері.
6. Визначити ступінь порізаності берегової лінії за формулою С.Д. Муравейського.

Вказівки щодо підготовки до заняття:

Для виконання завдань потрібно систематизувати матеріали лекції на тему «Гідрологія озер. Гідрологія водосховищ».

Матеріально-технічне забезпечення:

Для виконання завдань знадобиться конспект лекцій, ручка та рекомендована література, топографічні карти.

Хід роботи

Озеро – це природне водоймище суші із сповільненим водообміном. Озера не мають прямого зв'язку з океаном.

У розвитку озер виділяють такі фази: юності, зрілості та старості.

Фаза юності відповідає періоду утворення озера, коли воно зберігає свою форму майже незмінною і коли озерні відклади не справляють помітного впливу на його ложе.

Фаза зрілості характеризується утворенням берегової обмілини, появою дельт у місцях впадіння річок, розвитком водної рослинності.

Фаза старості настає тоді, коли рельєф улоговини згладжується відкладами наносів, а за рахунок переформування і руйнування берегів і відносів річкових дельт берегова обмілина розширюється; істотно зменшуються глибини озера і водяна рослинність поширюється по всій його акваторії. Далі воно заростає, цілковито перетворюючись у болото.

За розмірами озера поділяють на:

- дуже великі з площею понад 1000 км кв;
- великі – від 101 до 1000 км кв;
- середні – від 10 до 100 км кв;
- малі — менше 10 км .

За походженням озерних котловин вирізняють такі **типи озер**:

• Тектонічні – розташовані у великих тектонічних прогинах на рівнинах (Ладозьке, Онезьке, Чад, Ейр, Великі Американські озера); у потужних тектонічних передгірських впадинах (Балхаш); у місцях великих тектонічних

тріщин - рифтів, скидів, грабенів (Байкал, Танганьїка, Ньяса, Рудольф, Альберт та ін);

- Вулканічні озера – поширені в районах сучасного і давнього вулканізму: утворені в кратерах згаслих вулканів (озера Японських островів, О. Ява та ін.); унаслідок підгачування річок продуктами вулканізму (Ківу, Севан, Кроноцьке).

- Льодовикові озера – утворені внаслідок діяльності сучасних або давніх льодовиків. Поділяють на:

- трогові (Женевське, озера Скандинавії, Карелії, Кольського півострова);

- карові (гірські озера Карпат, Кавказу та ін);

- моренні (Сайма, Селігср).

- Карстові озера – утворені в районах залягання вапняків, доломітів, гіпсів, що розмиваються підземними водами і руйнуються унаслідок хімічного вивітрювання (озера Уралу, Кавказу, Полісся та ін.).

- Термокарстові озера – поширені в районах багаторічної мерзлоти, утворені внаслідок протаювання і просідання ірунгів (озера Якутії, півночі Північної Америки та ін.).

- Суфозійні озера, котловини яких утворені внаслідок просідання, зумовлене вимиванням підземними водами дрібних частин ґрунту (озера лісостепових районів Сибіру).

- Річкові озера, котловини яких пов'язані із ерозійною та акумулятивною діяльністю річок (водно-ерозійні, водно-акумулятивні): озера стариці; плесові; дельтові; лиманні та лагунні озера.

- Метеоритні озера (Каалі в Естонії).

Основні морфометричні характеристики озер: площа дзеркала, довжина, ширина, глибина, об'єм водної маси, ступінь розвитку берегової лінії. Для визначення морфометричних характеристик озера необхідно мати **батиметричну карту озера**. Батиметричну карту складають на основі промірів глибин і топографічного знімання озера. Усі морфологічні елементи озера змінюються зі зміною рівня води.

Завдання 1. *Визначити площу озера (F_0 , м кв, км кв).*

Площа водної поверхні – це площа акваторії, яка визначається планіметром або палеткою по карті. При цьому її можна визначити як площу дзеркала водної поверхні (для підрахунків випаровування, об'ємів води тощо), так і разом з островами.

Завдання 2. *Визначити довжину озера (L , м).*

Довжина озера – це найкоротша віддаль між двома найбільш віддаленими точками берегової лінії по поверхні водоймища (вимірюється окремими короткими відрізками).

Завдання 3. *Визначити ширину озера (B , м).*

Розрізняють середню і максимальну ширину. Максимальна ширина (B_{\max} , м) – це віддаль між найвіддаленішими точками берегової лінії по перпендикуляру до довжини озера. Середня ширина ($B_{\text{сеп}}$, м) – це відношення площі водної поверхні до довжини озера ($B_{\text{сеп}}/L$).

Завдання 4. *Визначити довжину берегової лінії (Z , м).*

Довжину берегової лінії вимірюють по нульовій ізобаті (або довжина врізів води, по яких вона дотикається до берега).

Завдання 5. *Визначити об'єм води в озері.*

Об'єм води в озері визначають по карті ізобат, користуючись "методом призм".

Якщо площі обмежені ізобатами $f_1, f_2 \dots f_n$, а вертикальні відстані між площинами ізобат становлять $h_1, h_2 \dots h_n$, то об'єм озера (W) дорівнює:

$$W = h_1 \cdot (f_1 + f_2) / 2 + h_2 \cdot (f_2 + f_3) / 2 + \dots + h_{n-1} \cdot (f_{n-1} + f_n) / 2.$$

Завдання 6. *Визначити ступінь порізаності берегової лінії за формулою Муравейського С.Д.:*

$$K = L / 2\sqrt{F_0} \cdot \Pi,$$

де L – довжина берешової лінії, $2\sqrt{F_0} \cdot \Pi$ – довжина кола з площею, що дорівнює площі озера.

Вимоги до оформлення та захисту результатів роботи:

В результаті виконання практичної роботи студент узагальнює та систематизує теоретичні знання у вигляді коротких нотаток, тез і морфометричних розрахунків

Контроль та захист результатів виконання практичної роботи здійснюється за допомогою опитування та перевірки розрахунків.

Контрольні запитання:

1. Що називають озером?
2. Як поділяють озера за розміром?
3. Які типи озер за походженням озерної котловини?
4. Назвіть основні морфометричні характеристики озера.
5. Як обчислити площу озера?
6. Як визначити об'єм водної маси озера?
7. Як визначити ступінь порізаності берегової лінії?

Практична робота № 7

Водні ресурси та водний баланс території України

Мета: формування в здобувачів практичних навичок проведення водно-балансових розрахунків.

Завдання:

1. Побудувати діаграми річкового стоку адміністративних областей України.
2. Побудувати діаграми водності основних річок України.

Вказівки щодо підготовки до заняття:

Для виконання завдань потрібно систематизувати лекційний матеріал дисципліни.

Матеріально-технічне забезпечення:

Для виконання завдань знадобиться конспект лекцій, ручка та рекомендована література, атлас України.

Хід роботи

Кругообіг води у природі – це безперервний замкнутий процес циркуляції води. В науці існує декілька визначень поняття "водні ресурси". У найбільш широкому значенні під водними ресурсами розуміють усі води нашої планети, що перебувають у вільному стані, тобто води поверхневого та підземного стоку, Ґрунтові води, води гірських і полярних льодовиків, штучних водних об'єктів, океанічні, морські та атмосферні води. Якщо ж виходити з інтересів виробничих потреб, то під водними ресурсами розуміють придатні для використання запаси поверхневих і підземних вод будь-якої території. Це переважно прісні води річок, озер, водосховищ, льодовиків, ґрунтові та підземні води.



Рис. 1. Схема кругообігу води в природі (О. Літовченко, В.Сорокін, 1985):

1. випаровування з поверхні океану;
2. опади на поверхню океану;
3. опади на поверхню суші;
4. випаровування з поверхні суші;
5. поверхневий і підземний стоки в річку,
6. річковий стік в океан, море, безстічну водойму;
7. підземний стік в океан, море, безстічну водойму,
8. вологообіг між сушею і океаном через атмосферу.

Співвідношення приходу і витрати води для річкового басейну, озера, болота, ділянки суші дає їхній водний баланс.

Для водного об'єкта або замкнутого контуру суші, для любого інтервалу часу рівняння водного балансу матиме такий вигляд:

$$x + y_1 + \omega_1 + z_1 = y_2 + \omega_2 + z_2 \pm \Delta u,$$

де x – атмосферні опади на поверхню об'єкта;

y_1 – поверхневий притік води ззовні;

ω_1 – підземний притік води ззовні;

z_1 – конденсація водяної пари;

y_2 – поверхневий стік води за межі об'єкта;

ω_2 – підземний стік води за межі об'єкта;

z_2 – випаровування;

Δu – зміна кількості води в межах об'єкта (контуру).

Завдання 1. Побудувати діаграми річкового стоку адміністративних областей України.

Для побудови діаграм використати дані таблиці, відклавши по вертикалі (у масштабі 1 см – 5 км куб) – середні багаторічні значення витрати води. Зробити короткий письмовий аналіз діаграм.

Таблиця 1

Річковий стік адміністративних областей України (за багаторічний період)

Адміністративна область	Площа території, тис км ²	Середні багаторічні значення річкового стоку	
		м ³ /сек	км
АР Крим	27,0	29,0	0,91
Вінницька	26,5	349	11.0
Волинська	20,2	128	4.05
Дніпропетровська	31,9	1681	53.0
Донецька	26,5	140	4,40
Житомирська	29,9	118	3.71
Закарпатська	12,8	421	13.3
Запорізька	27.2	1680	53,0
Івано-Франківська	13,9	298	9,40
Київська	28,9	1473	46.4
Кіровоградська	24,6	1590	50.2
Луганська	26,7	161	5.09
Львівська	21,8	176	5.55
Миколаївська	24,6	127	4.00
Одеська	33,3	409	12,5
Полтавська	28,8	1632	51.5
Рівненська	20,1	222	7,00
Сумська	23,8	184	5,79
Тернопільська	13,8	230	7.26
Харківська	31,4	108	3.41
Херсонська	28,5	1728	54.4
Хмельницька	20,6	312	9.82
Черкаська	20,9	1503	47,4
Чернівецька	8,1	321	10.1
Чернігівська	31,9	938	29.57

Завдання 2. Побудувати діаграми водності основних річок України.

Для побудови діаграм використати дані таблиці, відклавши по вертикалі (у масштабі 1см – 10м куб/с) – середні багаторічні значення витрати води. Зробити короткий письмовий аналіз діаграм.

Таблиця 2

Водний стік основних річкових басейнів України (за багаторічний період)

Річка - пост	Площа басейну, км ²	Середні багаторічні величини річкового стоку		
		витрати води, м ³ /с	модуль стоку, л/с/км ²	об'єм стоку, км ³
Тиса - смт Вілок	9180	213	23,2	6,72
Тересва - с Нересниця	1100	30,7	27,9	0,968
Ріка - м. Хуст	1130	36,8	32,6	1,16
Боржава - с Шаланки	1100	20,9	19,0	0,659
Латориця - м. Мукачєво	1360	25,7	18,9	0,811
Прут - м. Чернівці	6890	65,0	9,43	2,05
Дністер - с Заліщики	24600	246	10,0	7,76
Дністер - м. Бендери	66100	339	5,13	10,69
Стрий - смт. Верхнє Синєвидне	2400	41,4	17,3	1,31
Лімниця - с. Перевозець	1490	22,2	14,9	0,700
Бистриця - с. Ямниця	2450	29,0	11,8	0,915
Серет - м. Чортків	3170	13,7	4,32	0,432
Збруч - Завалівська ГЕС	3130	9,44	3,02	0,298
Пд.Буг - с Олександрівка	46200	91,5	1,98	2,89
Десна - с Сосонка	1300	3075	2,89	0,118
Інгул - с Новогорожено	6670	9,18	1,38	0,290
Буг - м. Сокаль	6250	28,4	4,55	0,896
Прип'ять - м. Мозир	97200	383	3,94	12,08
Інгулець - с Могилівка	9280	9,51	1,03	0,300
Сіверський Донець - с Кружилівка	73200	161	2,20	5,08
Кальміус - смт. Приморське	3700	8,77	2,37	0,277
Горинь - с Річиця	2700	96,8	3,59	3,05
Десна - м. Чернігів	81400	320	3,93	10,09
Сейм - с Мутіно	25600	100	3,91	3,15
Дніпро - смт. Лоцманська Кам'янка	463000	1662	3,59	52,42
Рось - м. Корсунь Шевченківський	103000	22,6	2,19	0,713
Сула - с Галицьке	18700	40,9	2,19	1,29
Псьол - с Запсельє	21800	50,6	2,32	1,60
Ворскла - с. Кобиляки	13600	30,6	2,25	0,965

Вимоги до оформлення та захисту результатів роботи:

В результаті виконання практичної роботи студент узагальнює та систематизує теоретичні знання у вигляді коротких нотаток, тез, діаграм та водно-балансових розрахунків

Контроль та захист результатів виконання практичної роботи здійснюється за допомогою опитування та перевірки діаграм і розрахунків.

Контрольні запитання:

1. Дайте визначення поняття "водні ресурси".
2. Що таке водний баланс?
3. Напишіть рівняння водного балансу замкнутого контуру суші.
4. Які рівняння водного балансу земної кулі та її окремих ділянок?
5. Дайте визначення поняття «кругообіг води» у природі?
6. Які причини глобального вологообігу?
7. Які наслідки глобального потепління на вологообіг?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література

1. Басманов Є. І. Загальна гідрологія [Текст] : конспект лекцій / Євгеній Іванович Басманов. Харків : вид-во ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2004.
2. Гідрологія річок: навчальний посібник / Тетяна Сергіївна Павловська. – Луцьк : Вежа-Друк, 2023. – 156 с.
3. Загальна гідрологія. Навчальний посібник / Л.П. Курганевич, В.І. Біланюк, Ю.М. Андрейчук. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020, 336 с.
4. Загальна гідрологія: навч. посіб. / уклад. Вальчук-Оркуша О. М., Ситник О. І. – Умань : Видавничо-поліграфічний центр «Візаві», 2014. – 236 с.
5. Практикум із загальної гідрології / Біланюк В.І. Львів. Вид-во Львів. ун-ту. 2005.

Допоміжна література

6. Гідрологія. Метеорологія та кліматологія : курс лекцій / Уклад. Є.О. Варивода, М.В. Сарапіна. Х. : НУЦЗУ, 2016. 367 с.
7. Гопченко Є. Д, Гушля О. В. Гідрологія суші з основами водних меліорацій. К, 1994. 295 с.
8. Горев Л. М., Пелешенко В. І., Хільчевський В. К. Гідрохімія України: Підручник. К.: Вища школа, 1995. 308 с.
9. Клименко В. Г. Загальна гідрологія [Текст] : навч. посіб. Для студентів-географів / Валентина Григорівна Клименко. Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2006. 166 с.
10. Клименко В. Г. Загальна гідрологія [Текст] : програма і лабораторні роботи для студентів-географів 1 курсу геол.-географ. ф-ту / В. Г. Клименко, В. О. Левицька. Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2007. 62 с.
11. Кукурудза С. І. Використання та охорона водних ресурсів [Текст] : навч. посіб. / С. І. Кукурудза. Л. : Вид. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2009. 302 с.
12. Курганевич Л. П. Водний кадастр [Текст] : навч. посібник / Л. П. Курганевич. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 116 с.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

Підручники для вивчення навчальної дисципліни:

13. http://library.udpu.org.ua/library_files/ece/6468_01.pdf
14. <https://uhe.gov.ua/sites/default/files/2018-07/REP0000672.PDF>
15. http://dspace.univer.kharkov.ua/bitstream/123456789/3786/2/Zagalna_gidro.pdf
16. <https://www.twirpx.com/file/626877/>

Освітні портали:

17. <https://uk.wikipedia.org/wiki>
18. <http://www.wikiwand.com/uk>
19. <http://www.osmu.odessa.ua/ua/1006>

Геопортали:

20. Басейнове управління водних ресурсів річки Тиса <https://buvrtyisa.gov.ua/newsite/>
21. Закарпатський обласний центр з гідрометеорології <http://gmc.uzhgorod.ua/>

Умовні позначення та розмірність основних характеристик, які використовують при гідрологічних розрахунках

Назва характеристики	Позначення	Одиниці вимірювання	Точність визначення
Абсолютна вологість повітря	e	мб	0,1
Абсолютна шорохуватість	Δ	-	
Витрата води	Q	л/с, м ³ /с	До трьох значущих цифр Q < 1 м ³ /с і до двох значущих цифр при Q > 1 м ³ /с але не точніше 0,001 м ³ /с
Витрата підземних вод	Q _{підз}	л/с, м ³ /с	Те саме
Витрата завислих наносів	R _о	кг/с	До двох значущих цифр
Запаси вологи	ω	мм	1
Змочений периметр	P	м	0,1
Довгота	λ	° '	1°1'
Гідравлічний радіус	R	м	до 0,01 м при R < 4,99
Глибина річки в точці	h	м	до 0,01 м при h < 4,99
Глибина річки середня	h _{сер}	м	до 0,01 м при h < 4,99
Глибина річки максимальна	h _{max}	м	до 0,01 м при h > 4,99
Довжина річки	L	км	0,1; 1
Випаровування із суші	E	мм	1
Випаровування із водної поверхні	E _в	мм	1
Коефіцієнт асиметрії гідрологічної характеристики	C _s	-	0,01
Коефіцієнт варіації гідрологічної характеристики	C _v	-	0,01
Коефіцієнт кореляції	r	-	±0,01
Коефіцієнт Шезі потоку	C	м ^{0,5} /с	0,1
Модуль стоку води	M _q	л/(схкм ²)м ³ /(схкм ²)	0,01; 0,1; 10,1; 1
Модуль підземного стоку	M _{підз}	л/(схкм ²)	0,01; 0,1; 1
Мутність	ξ	г/м ³	0,1
Об'єм стоку води	W	м ³ /рік; м ³ /добу	0,1x10 ⁶ ; 1x10 ⁶
Об'єм стоку наносів	P _г	т/рік	0,1x10 ⁶ ; 1x10 ⁶
Відносна вологість	r	%	1
Опади	X	мм	1
Площа басейну (водозбору)	F	км ²	Дві або три значущі цифри
Площа водного перерізу	ω	м ²	До трьох значущих цифр, але не точніше 0,01
Похил	I	‰	Дві значущі цифри, але не точніше 0,001
Радіаційний баланс	R	ккал/см ² ·рік	1
Рівень води над нулем графіка		см	1
Рівень води в абсолютних відмітках		м абс.	0,001 і 0,01
Температура води	t _в	°С	0,001; 0,01; 0,1
Температура повітря	t _{пов}	°С	0,1; 0,5
Час	t	с	1
Число Фруда	F _г		0,1
Шар річного стоку	γ	мм	До двох, трьох значущих цифр
Швидкість вітру	u	м/с	0,1
Швидкість течії	v	м/с	До трьох значущих цифр, але не точніше 0,01 м/с

Словник гідрологічних термінів

Басейн річки (озера) - частина земної поверхні і товща ґрунтів, звідки вода стікає в окрему річку, річкову систему чи озеро.

Берег - вузька смуга суші у зоні сполучення водної поверхні водойми чи водотоку із прилеглими схилами земної поверхні, яка перебуває під безперервним і безпосереднім впливом води.

Бистрини - ділянки річки, які відзначаються швидкою і бурхливою невпорядкованою течією.

Брід - мілководна частина річки, яку можна подолати пішки або на сухопутному транспорті.

Вертикаль (гідрологічна) - прямовисна лінія від поверхні до дна водойми з відомими координатами в плані, на якій проведено гідрологічні спостереження. Розрізняють вертикаль промірну, на якій вимірюють глибину річки тощо, швидкісну, на якій вимірюють швидкість течії.

Водний переріз - переріз потоку в гідрометричному створі, призначеному для визначення витрати води.

Вододіл - лінія, яка розмежовує стік атмосферних опадів по схилах, спрямованих у різні сторони. На рівнинах вододіл являє собою простір, у межах якого напрям стоку може мати змінний характер.

Водозбір - частина території суші, з якої вода поверхневим чи підземним шляхом стікає у який-небудь водний об'єкт.

Гідрологічний пост - місце вибране із дотриманням відомих правил і обладнане для систематичних гідрологічних спостережень за визначеною програмою і методикою.

Гідрометричний створ - закріплений на місцевості поперечних через ріку, в якому вимірюється витрата води. Місце гідрометричного створу повинно відповідати відомим вимогам, забезпечуючи точність, зручність і безпеку спостережень.

Заплава - частина дна долини річки, складена наносами п відкладів, яка періодично заливається у повінь та паводки;

частина долини річки, що періодично затоплюється водою при весняному розливі, який залишає алювій (пісок, пилуваті органічні та мінеральні частки тощо).

Живий переріз - частина водного перерізу, в якій швидкість течії більша за межу чутливості приладу для визначення витрат води.

Мертвий простір - частина водного перерізу, в якому швидкість течії менша за межу чутливості приладу для визначення витрати води.

Поперечний переріз потоку - площа, перпендикулярна до напрямку течії потоку та обмежена профілем русла, а зверху – рівнем води.

Поперечний профіль долини - контури перерізу долини в площині, перпендикулярно її поздовжньому напрямку. Основними елементами поперечного профілю долини є схили, дно або ложе, підшва схилів, бровка тераси.

Схили - ділянки земної поверхні, які обмежують долину з боків, форма простягання та ухил яких визначають тип долини.

Дно або ложе - найнижча і відносно рівна частина долини, обмежена підшвами схилів.

Підшва схилів - місце (лінія) сполучення схилів з дном долини.

Бровка - місце сполучення схилів долини з поверхнею прилягаючої місцевості.

Тераси - відносно горизонтальні площадки, розташовані уступами на різній висоті над сучасним дном долини.

Постійний початок - знак на місцевості (стовп, позначка на дереві, споруді тощо), від якого завжди проводиться вимірювання віддалей в гідрометричному створі по ширині ріки при промірах вимірюванні витрати води.

Рівень води - висота поверхні води, відрахована щодо певної постійної площини порівняння.

Уріз води - лінія контакту води з берегом водойми.

Визначення морфометричних характеристик та їх розрахунок

До основних морфометричних характеристик відносяться: площа живого перерізу (ω , м²), ширина русла (B , м), змочений периметр (χ , м), середня глибина ($h_{сер}$, м) і гідравлічний радіус (R , м).

Поперечний переріз – площина, що перпендикулярна до напрямку течії і обмежена знизу дном, з боків відкосами русла, а зверху - лінією горизонту води.

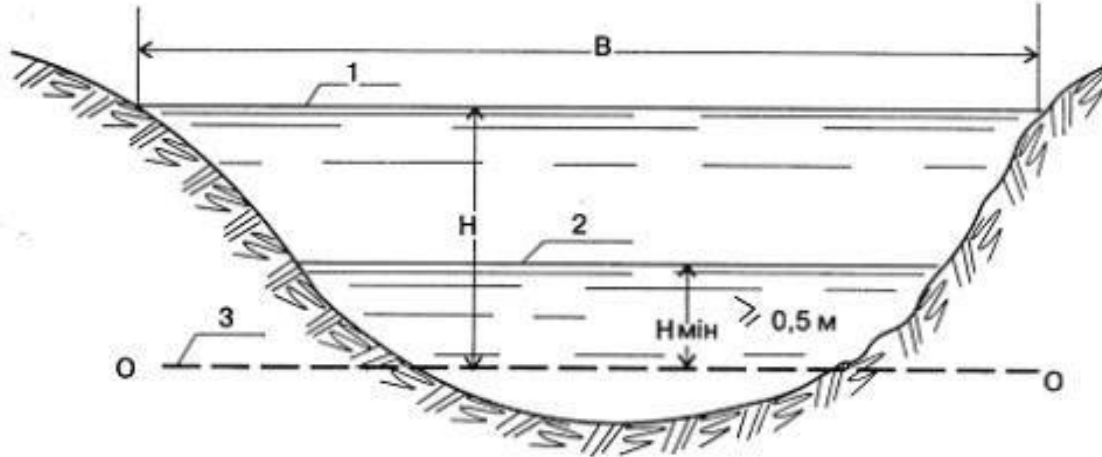


Рис. 1 Поперечний переріз потоку; 1 – рівень води; 2 – мінімальний рівень води; 3 – нуль графіка водопоста; B – ширина потоку

Живий переріз є частиною всього водного перерізу, де спостерігається течія води. Та ж частина водного перерізу, де ця течія відсутня, називається *мертвим простором*.

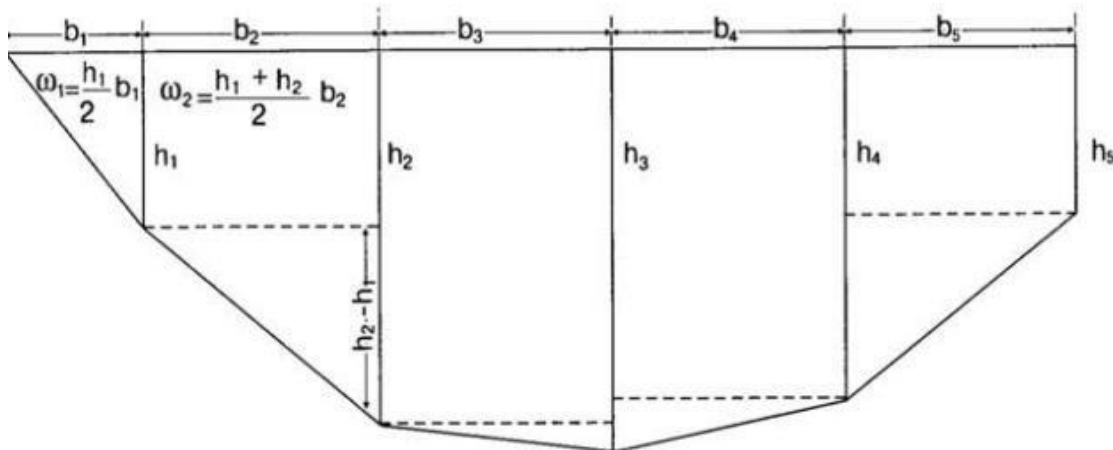


Рис.2 Схема до обчислення площі водного перерізу і довжини змоченого периметру

Площа живого перетину профілю може бути визначена планіметром, але в більшій мірі визначається аналітично по формулам.

В цьому випадку площа живого перерізу обчислюється за вимірними глибинами у відповідності до схеми (рис.1)::

Для прибережних ділянок перерізу між берегом і першою, а також останньою вертикаллю по формулі $\omega_1 = h_1 \cdot b_1 / 2$; $\omega_n = h_n \cdot b_n / 2$

Для усіх інших ділянок площі обмежені промірними вертикалями уявляють собою трапеції і визначаються по формулі $\omega_i = (h_i + h_{i+1}) \cdot b_i / 2$

Загальна площа визначається як сума окремих площин, тобто:

$$\omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \dots + \omega_n$$

результати розрахунку заносяться у таблицю 1. відповідно у графі 7,9 і 10 таблиці 1.

Ширина річки - це віддаль між урізами води лівого та правого берегів при даному рівні води.

Ця характеристика знаходиться як різниця відстаней лівого і правого берегів від постійного початку за формулою:

$$B = l_{л.б.} - l_{п.б.}$$

Змочений периметр (χ) - довжина підводного контуру живого перерізу.

Змочений периметр визначається як сума окремих ділянок профілю дна. Окремі ділянки визначаються за геометричними формулами. Ділянка між лівим берегом і першою промірною вертикаллю, і ділянка між правим берегом та останньою вертикаллю визначається з використанням формули Піфагора. Тобто,

$$\chi_1 = \chi_1 = \sqrt{b_1^2 + h_1^2} \quad ; \quad \chi_n = \sqrt{b_n^2 + h_n^2}$$

Усі інші значення змоченого периметру для ділянок між вертикалями визначаються по формулам: $\chi_n = \sqrt{b_i^2 + (h_i - h_{i-1})^2}$

Середня глибина обчислюється як відношення площі живого перерізу до ширини річки

$$h_{сер.} = \omega / B$$

де ω – загальна площа поперечного перерізу річки;

B - ширина річки у створі

Гідравлічний радіус обчислюють як відношення площі живого перерізу до змоченого периметру

$$R = \omega / \chi$$

Для великих рівнинних річок за гідравлічний радіус допускається

Визначені морфометричні характеристики заносимо в таблицю 1.

За наявності крижаного покриву на додаток до водного перетину визначається площа зануреного у воду кристалічного льоду, шуги і загальна площа перетину профілю.

На гідрометричних постах де вимірюється витрата води. Крім площі водного перетину вимірюється площа живого перетину.

За наявності течії вона буде рівна перетину профілю. за наявності застійної зони буде менше площа водного перетину на величину площі мертвої зони.

Морфометричні характеристики профілю водного перетину змінюються залежно від висоти рівня води.

За наявності профілю водного перетину побудованого до відмітки найвищого рівня води можна побудувати криву залежності площі водного перетину від рівнів

Для цього площу профілю розбивають через певні інтервали по висоті рівня, а потім проводять планіметрування площ для різних значень рівнів води. За відсутності планіметра підрахунки можна зробити аналітичними.

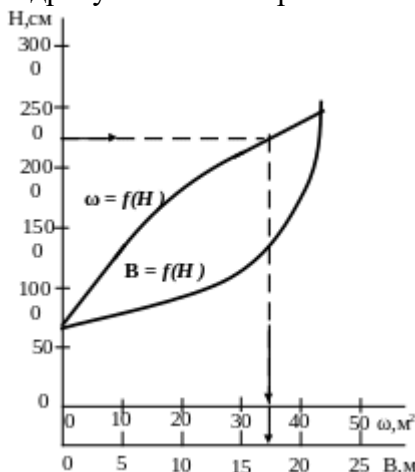


Рис.3 Криві залежності площі водного перетину і ширини річки від рівня води.

1. При плавному контурі профілю крива виходить плавною кривою оберненою опуклістю до осі H в місцях різкої зміни перетину наприклад при виході води з меженного русла на зрозумію напрям кривої різко міняється.

2. При вертикальних берегах наприклад в каналах прямокутного перетину (при різниці на одиницю постійно) крива має вид прямої. Залежність буде постійною за умови постійності контурів русла в профілі. Ширина річки в крапці змінюється із зміна рівня

Для нотаток

Навчально-методичне видання

ЗАГАЛЬНА ГІДРОЛОГІЯ

Практикум
для здобувачів спеціальності 106 «Географія» ОС «Бакалавр»

Укладач: Лета В. В.

Підписано до друку 14.02.2024 р. Формат 60x90/16
Папір друкарський. Друк різнографічний.
Наклад 10 прим.

***Розтиражовано з готових оригінал-макетів
ПП Роман О.І.
м. Ужгород, пл. Ш.Петефі, 34/1
Тел.: 050 977 16 56***



МУКАЧІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

89600, м. Мукачево, вул. Ужгородська, 26

тел./факс +380-3131-21109

Веб-сайт університету: www.msu.edu.ua

E-mail: info@msu.edu.ua, pr@mail.msu.edu.ua

Веб-сайт Інституційного репозитарію Наукової бібліотеки МДУ: <http://dspace.msu.edu.ua:8080>

Веб-сайт Наукової бібліотеки МДУ: <http://msu.edu.ua/library/>