

**Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
“Ужгородський національний університет”**

**Практичні роботи з курсу
“ЗАГАЛЬНА ГІДРОЛОГІЯ”**

для студентів спеціальностей:
106 Географія
014 Середня освіта. Географія.

Ужгород – 2020

УДК 551.49

Практичні роботи з курсу “Загальна гідрологія” (для студентів спеціальностей 106 Географія; 014 Середня освіта. Географія) / М.М. Микита, – Ужгород : Видав. «УжНУ», 2020.–29 с.

Укладач: Микита М.М.

доцент кафедри фізичної географії та раціонального природокористування, к. геогр. н.

Рецензенти: Фекета І.Ю., доцент кафедри фізичної географії та раціонального природокористування, доцент, к. б. н.

Славік Р. В., доцент кафедри фізичної географії та раціонального природокористування, к. е. н.

Ухвалено методичною комісією географічного факультету
ДВНЗ “Ужгородський національний університет”
(Протокол № 1 від 28 серпня 2020)

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2020

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Опис навчальної дисципліни.....	5
Теми практичних робіт.....	6
Самостійна робота студента.....	6
<i>Практична робота №1. Ознайомлення із структурою гідрологічної науки та водних об'єктів.....</i>	8
<i>Практична робота №2. Визначення фізико-географічних та морфометричних характеристик річкової мережі.....</i>	9
<i>Практична робота №3. Визначення морфометричних характеристик річкового басейну.....</i>	12
<i>Практична робота №4. Побудова профілю поперечного перерізу русла річки та обчислення його основних морфометричних характеристик.....</i>	15
<i>Практична робота №5. Розподіл швидкостей у річковому потоці. Побудова ізотих у водному перерізі.....</i>	17
<i>Практична робота №6. Побудова гідрографа та його генетичний аналіз...</i>	18
<i>Практична робота №7. Розрахунок норми річного стоку річки.....</i>	22
<i>Практична робота №8. Визначення основних морфометричних характеристик озера.....</i>	24
<i>Практична робота №9. Водні ресурси та водний баланс території України.....</i>	26
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	29

ВСТУП

Метою курсу “Загальна гідрологія” є вивчення водних об’єктів земної кулі, процесів, які в них протікають, взаємодії водних об’єктів з географічним середовищем та їх значенням у народному господарстві.

Послідовність вивчення основ гідрології окремих водних об’єктів, ґрунтується на значущості їхніх вод для суспільства. Тому пропонується вивчення курсу за наступною структурою: гідрологія суші (водні об’єкти якої переважно є носіями прісних вод) та гідрологія моря (наука яка вивчає процеси і явища, що відбуваються у світовому океані).

Завданнями навчального курсу є отримання знань про природні води Земної кулі, гідрологічні процеси та явища, а також закономірності їх розвитку у взаємозв’язку з атмосферою, літосферою та біосферою, які допоможуть у вирішенні багатьох проблем екології й охорони природи, забезпечення раціонального використання водних ресурсів у народному господарстві.

У результаті вивчення даного курсу студент повинен **знати**: 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 б’єктів гідросфери; взаємозв’язок окремих гідрологічних процесів у водних об’єктах різних типів; основні фізичні закономірності під час пояснення різних гідрологічних процесів і явищ; основні фізичні й хімічні властивості води та їх роль у гідрологічних і природних процесах. Студенти повинні **вміти**: пояснювати основні закономірності просторо-часової мінливості гідрологічних характеристик; визначати основні морфометричні характеристики річкових басейнів; оцінювати види живлення річок на гідрографі стоку; здійснювати розрахунки складових річкового стоку.

Задачею лабораторних занять є набуття студентами навичок та закріплення теоретичних знань з найбільш важливих положень гідрології, ознайомлення з гідрологічною інформацією, методами її отримання і опрацювання.

Методичні вказівки вміщують рекомендації до виконання лабораторних робіт – мету роботи, методику виконання роботи, перелік задач, які необхідно вирішити студентам.

Під час підготовки лабораторних робіт було використано методичні матеріали: “Практикум із загальної гідрології” (Львів, 2005), укладачем якої є В.І. Біланюк та напрацювання викладачів кафедри фізичної та економічної географії ДНУ імені О. Гончара.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 4	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 120	2-й	2-й
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 6	III	III
	Лекції:	
	34 год.	14 год.
	Практичні (семінарські):	
	26 год.	6 год.
Вид підсумкового контролю: екзамен	Лабораторні:	
	-	-
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	60 год.	100 год.

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<i>Практична робота №1.</i> Ознайомлення із структурою гідрологічної науки та водних об'єктів	2
2	<i>Практична робота №2.</i> Визначення фізико-географічних та морфометричних характеристик річкової мережі	4
3	<i>Практична робота №3.</i> Визначення морфометричних характеристик річкового басейна	4
4	<i>Практична робота №4.</i> Побудова профілю поперечного перерізу русла річки та обчислення його основних морфометричних характеристик	4
5	<i>Практична робота №5.</i> Розподіл швидкостей у річковому потоці. Побудова ізотих у водному перерізі	4
6	<i>Практична робота №6.</i> Побудова гідрографа та його генетичний аналіз	4
7	<i>Практична робота №7.</i> Розрахунок норми річного стоку річки	2
8	<i>Практична робота №8.</i> Визначення основних морфометричних характеристик озера	2
9	<i>Практична робота №9.</i> Водні ресурси та водний баланс території України	2
	Усього годин	28

Самостійна робота студента

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Загальна гідрологія як наука, її предмет, об'єкт вивчення та зв'язки з іншими науками.	3
2	Сучасні напрямки розвитку гідрологічних досліджень	3
3	Кругообіг води у природі та водні ресурси Землі	3
4	Хімічні та фізичні властивості води	3
5	Морфометричні характеристики басейну річки.	3
6	Гідрографічна мережа.	3
7	Річковий стік та його складові.	4
8	Господарське значення річок та антропогенна зміна стоку.	3
9	Проблеми охорони річок.	3

10	Гідрологія озер та водосховищ. Вплив озер та водосховищ на клімат прилеглої території та річковий стік.	3
11	Основні екологічні проблеми озер та водосховищ.	4
12	Гідрологія боліт. Вплив осушення боліт на стік.	3
13	Господарське значення боліт.	3
14	Робота льодовиків. Географічне поширення та значення льодовиків.	3
15	Запаси і ресурси підземних вод.	4
16	Практичне значення та охорона підземних вод.	3
17	Аналіз водного режиму річки.	3
18	Аналіз розподілу стоку по території України.	4
19	Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями.	3
20	Аналіз розподілу температури і солоності води у Світовому океані.	3
	Разом	64

Практична робота 1

Тема: Ознайомлення із структурою гідрологічної науки та водних об'єктів

Мета: ознайомлення з поняттям гідросфери, гідрології та окремих її дисциплін і розділів, водних об'єктів, гідрологічних характеристик, гідрологічного режиму водних об'єктів.

Хід роботи

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

Таблиця 1

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 (гідрогеологія)		
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 (гідроаерологія)		
Регіональна гідрологія (гідрографія)		
Прикладна гідрологія (інженерна)		
Гідроекологія		
Гідрологічне прогнозування		
Гідрометрія		

Гідрографія		
Гідрохімія		
Гідрофізика		
Гідромеханіка		
Гідробіологія		

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

Таблиця 2

Види водних об'єктів

Види водних об'єктів	Визначення	Найбільші об'єкти (перша п'ятірка)
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		

Практична робота 2

Тема: Визначення фізико-географічних та морфометричних характеристик річкової мережі

Мета: сформуванати загальне уявлення про річку і річкову систему, опанувати методикою визначення гідрологічних морфометричних характеристик річкової мережі.

Хід роботи

Завдання 1. Визначити морфометричні характеристики річкової мережі. До них відносяться:

1. Довжина річки, L_r – 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.

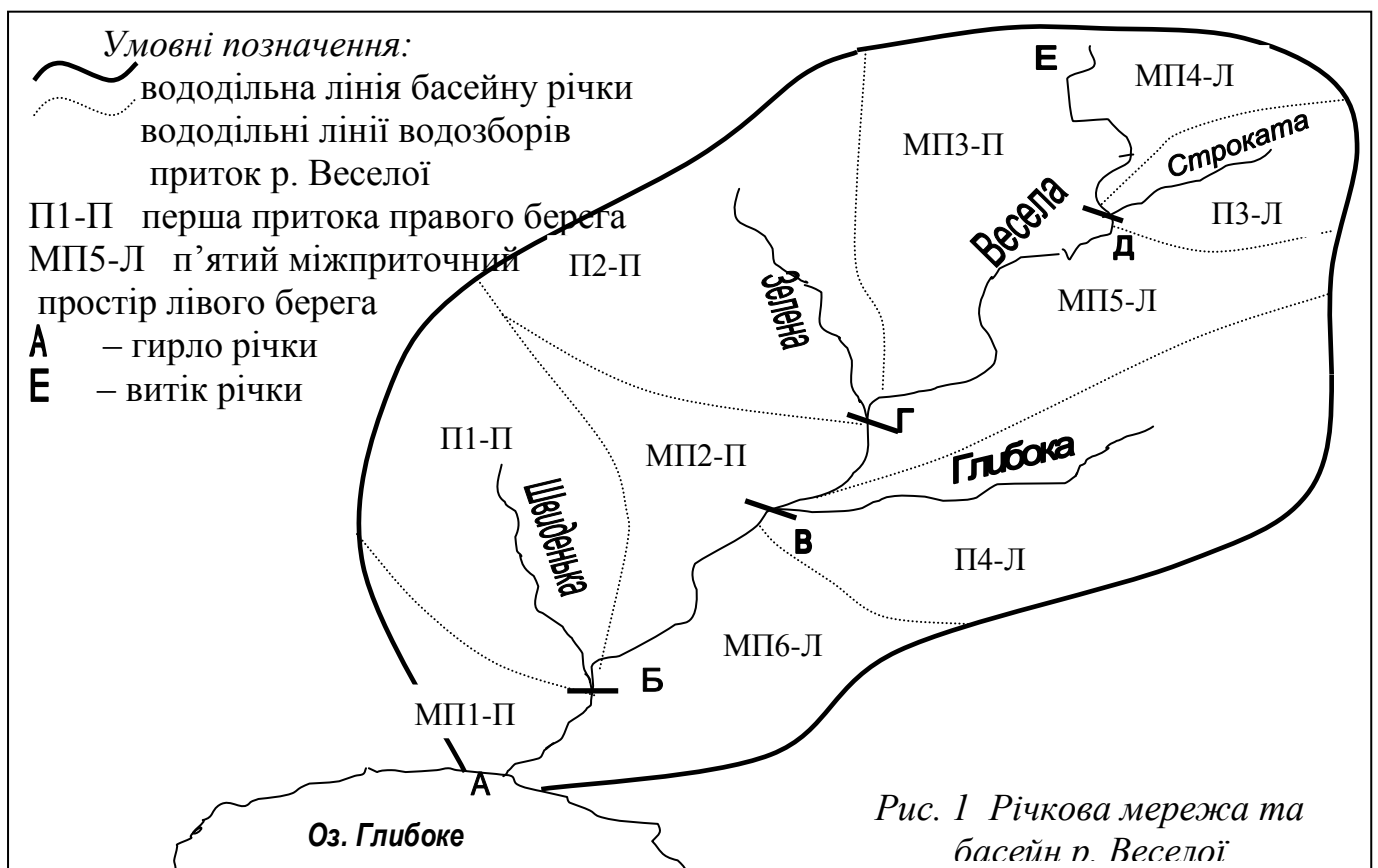
n – кількість кроків циркуля-вимірювача.

2. 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

Відомість вимірювання довжин приток р. Веселої

Назва притоки	З якого берега впадає	Кількість кроків циркуля-вимірювача	Довжина притоки, км
Швиденька	Права	7	15,4
Глибока	Ліва	8	17,3
Зелена	Права	10	21,7
Строката	Ліва	16	39,4



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

$$K_{зв} = L/l,$$

де, L – довжина річки з усіма звивинами,

l – довжина прямої від витoku до гирла.

4. 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.

5. Похил річки, I , м/км (‰) – виражають у відносних одиницях (промилле ‰ або м/км) і обчислюють за формулою (4):

$$I = \frac{H_e - H_z}{L_p} = \frac{\Delta H}{L_p}$$

де, H_e і H_z – відмітки висот витoku та гирла, м;

L_p – довжина річки, км;

ΔH – падіння річки ($H_e - H_z$), м.

6. Густина 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 ($30^\circ - 40^\circ$) у місцях їх впадіння. Нахил ліній – у бік витoku. На схемі виписують довжину головної річки та приток і їх назви, чи порядковий номер (рис. 2).

Завдання 3. Побудувати повздовжній профіль річки.

Повздовжній профіль річки – це крива, яка показує зміну висоти дна і поверхні ріки від витoku 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:

$$I = H_1 - H_2 / L_c$$

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

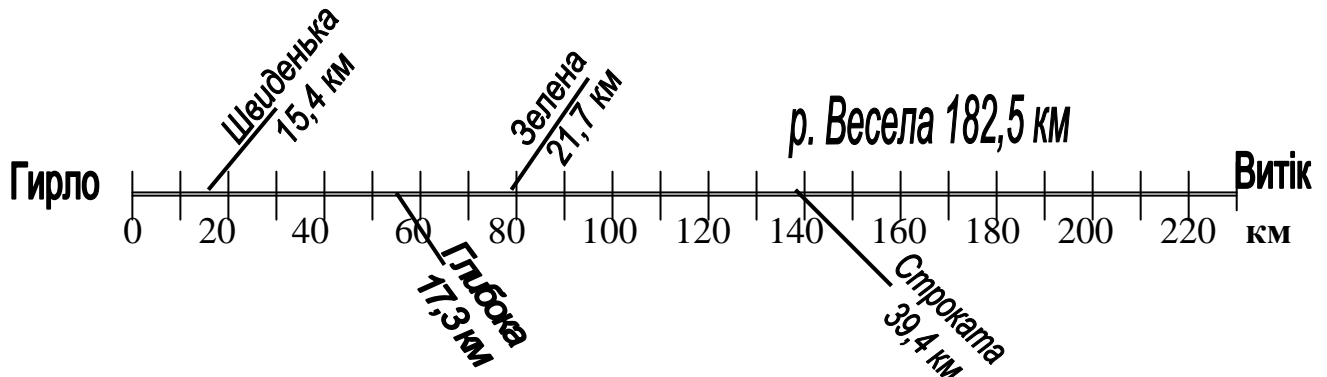


Рис. 2 Гідрографічна схема р. Веселої

Практична робота 3

Тема: Визначення морфометричних характеристик річкового басейну

Мета: навчитися визначити морфометричні характеристики річкового басейну.

Хід роботи

Завдання 1. Визначити морфометричні характеристики річкового басейну.

Передусім необхідно визначити вододільну лінію, яка проходить по найвищих відмітках рельєфу, що розмежовують суміжні похили. Обмежена вододільною лінією площа і є *водозбірною площею річки*. При проведенні ліній вододілів враховують бергштрихи (рис. 1 з лаб. роб. № 2).

До морфометричних характеристик річкового басейну відносяться:

1. Площа басейну (водозбору) річки, F , км², м² – вимірюють планіметром чи палеткою. 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 см² 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.

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

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

3. 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.

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

$$B_{сер} = F / L_b$$

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

6. 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:

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

7. 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.

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

9. Порізанисть контуру басейну (m) або коефіцієнт розвитку довжини вододільної лінії – це відношення довжини вододільної лінії до довжини кола, що обмежує рівновелику водозборові 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 гісометричну 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 ($K_{оз}$) – це відношення площі озер ($f_{оз}$), розташований у басейні, до загальної площі басейну (F):

$$K_{оз} = \Sigma f_{оз} / F,$$

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

$$K_{бол} = \Sigma f_{бол} / F.$$

Практична робота 4

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

Мета: навчитися будувати профіль поперечного перерізу русла річки та визначати його морфометричні характеристики.

Хід роботи

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 ($h_{мах}$, м)
- Середня глибина ($h_{сер} = S/B$, м).

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

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.

1. Площу поперечного перерізу ($S, м^2$).

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.

Площа поперечного перерізу річки вираховується як сума площ прямокутників і трикутників, на які поділяється водний переріз русла промірними вертикалями глибин.

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

2. Ширину русла ($B, м$). Ширина русла ріки визначається як різниця віддалі від постійного початку до урізу лівого берега ($l_{ур.л.б}$) і віддалі від постійного початку до урізу правого берега ($l_{ур.п.б}$):

$$B = l_{ур.л.б} - l_{ур.п.б}$$

3. 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):

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

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

$$h_{сер} = S / B$$

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

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

$$R = S / P$$

Практична робота 5

Тема: Розподіл швидкостей у річковому потоці.

Побудова ізотих у водному перерізі

Мета: навчитися будувати ізотихи у водному перерізі річки та знати визначати розподіл швидкостей у потоці.

Хід роботи

Завдання 1. У водному перерізі (з попереднього завдання) провести ізотихи – лінії однакових швидкостей, користуючись даними таблиць (табл. № 1 лаб. роб № 4).

На профілі водного перерізу нанести *швидкісні вертикалі*, на яких у відповідних точках вимірів виписують значення швидкості: поверхня води (0, 10 м), 0.2Н, 0.6Н, 0.8Н, дно (0.10 м від дна).

Точки однакових швидкостей з'єднують плавними кривими шляхом інтерполяції між швидкостями в точках вертикалі. Ізотихи проводять через 0.1 м/с. Якщо максимальна швидкість – 1 м/с, то ізотих буде 10.

Завдання 2. Побудувати епюри швидкостей за даними вимірювання на швидкісних вертикалях

Будують епюри швидкостей таким чином: по вертикалі відкладають загальну глибину вертикалі і зазначають точки вимірювання швидкостей. Від цих точок вправо відкладають горизонтальні лінії, що дорівнюють показникам швидкостей у зазначених точках. Кінці ліній з'єднують плавною лінією і одержують епюри швидкостей на вертикалях.

Завдання 3. Визначити середню швидкість по швидкісних вертикалях.

Середня швидкість визначається за такими емпіричними формулами:

- ❖ для виміру у 5-ти точках (поверхня, 0.2Н, 0.6Н, 0.8Н, дно):

$$V_{сер.} = 0.1 (V_{нов} + 3V_{0.2} + 3V_{0.6} + 3V_{0.8} + V_{дно});$$

- ❖ для виміру у 3-х точках (0.2Н, 0.6Н, 0.8Н):

$$V_{сер.} = V_{0.2} + 2V_{0.6} + 3V_{0.8}/4;$$

- ❖ для виміру у 2-х точках (0.2Н, 0.8Н):

$$V_{сер.} = V_{0.2} + V_{0.8}/2;$$

❖ для вимірів у 1 точці:

$$V_{\text{сеп.}} = V_{0.5} \text{ або } V_{\text{сеп.}} = 0,9V_{0.5}.$$

З метою визначення середньої швидкості між врізом берега і крайньою вертикаллю необхідно помножити швидкість крайньої вертикалі на коефіцієнт: 0,7 – при пологому березі; 0,8 – ігри обривистому, 0,5 – при наявності мертвого простору.

Завдання 4. Обчислити витрати води (часткові, повні).

Витрата води – це кількість води, що протікає через поперечний переріз за одиницю часу ($\text{м}^3/\text{с}$).

Найпоширенішим і найпростішим способом визначення витрати води є гідрометричний спосіб, який ґрунтується на обчисленнях площі поперечного перерізу ріки і швидкості течії в різних частинах цього перерізу.

Часткові або елементарні витрати води (g) між швидкісними вертикалями обчислюють шляхом множення середніх швидкостей між вертикалями на площу поперечного перерізу між ними:

$$g = V_{i-1} + V_i / 2 w_i,$$

де V_{i-1} V_i – середні швидкості на вертикалях,

w – площі поперечного перерізу між вертикалями.

Повну витрату (Q) обчислюють шляхом сумування часткових або елементарних витрат. Дані обчислень записують у таблицю.

Практична робота 6

Тема: Побудова гідрографа та його генетичний аналіз

Мета: опанувати методи аналізу водного режиму річок і виділення його фаз, одним із способів розчленування гідрографа за видами живлення річки, прийомами розрахунку кількісних характеристик стоку річки за рік.

Хід роботи

Закономірні зміни в часі стоку, рівнів води, швидкостей течії, похилів водної поверхні тощо, називаються **водним режимом** річки. Водний режим залежить від сукупності фізико-географічних факторів, основними з яких є метеорологічні та кліматичні. Відомості про водний режим річок використовуються при вивченні інших характеристик (термічного та льодового режимів, режиму наносів, гідрохімічного режиму тощо), при проектуванні гідротехнічних споруд і населених пунктів.

В залежності від зміни умов живлення і сезонних особливостей водного режиму річок виділяють ряд характерних періодів або фаз: водопілля (повінь, повідь),

паводок, межень.

Повінь (водопілля) – фаза водного режиму річки, яка щорічно повторюється у даних кліматичних умовах в один і той же сезон, характеризується найбільшою водністю, високим та тривалим підняттям рівня води.

За походженням повінь може бути *сніговим, снігово-дощовим* або *дощовим*, а за часом настання – *весняним* (танення снігу на рівнинах та невисоких горах), *літнім* (танення вічних снігів та льодовиків у горах і випадання мусонних дощів). За формою **гідрографа** (графіка коливання щоденних витрат води) весняний та весняно-літній повінь найчастіше буває *одновершинним*, а літній – *багатовершинним*, що зумовлюється коливанням температури повітря та інтенсивності дощів.

Паводок – фаза водного режиму річки, яка може багаторазово повторюватись у різні сезони року, характеризується інтенсивним, найчастіше короткочасним збільшенням витрат та рівнів води, викликається дощами чи таненням снігу під час відлиг у зимовий період. На відміну від водопілля паводки виникають нерегулярно. За часом настання паводки можуть бути *зимовими, літніми, осінніми*. Паводки поділяються на *місцеві та транзитні*.

Межень – фаза водного режиму річки, яка щорічно повторюється в один і той же сезон, характеризується малою водністю, тривалими стояннями низького рівня і виникає внаслідок зменшення живлення підземними водами. За часом настання межень буває *літньою та зимовою*.

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 , м³/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).

┌ льодостав) забереги
● льодохід	■ сало * шуга
○ несучільний льодохід	(закраїни] [вода поверх криги
▲ затор	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).

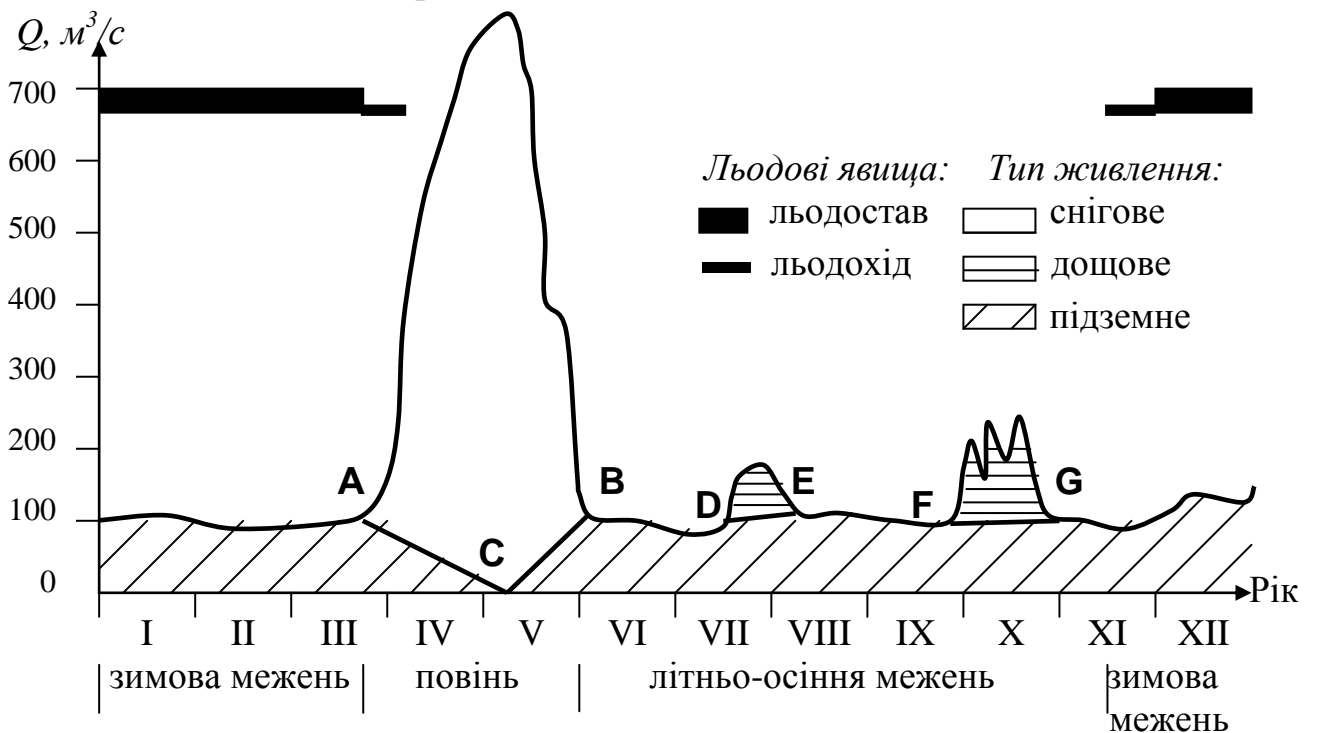


Рис. 2. Розчленування типового гідрографа річки

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 межені 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 короточасні 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 В до початку зимової межені. 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
	початку	кінця	м ³ /с	дата	
Весняне водопілля					
Літня межень					
Осінній паводковий період					
Зимова межень					

* Для водопілля та паводків указують максимальні витрати води, для межені – 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%.

Практична робота 7

Тема: Розрахунок норми річного стоку річки

Мета: ознайомлення з довідковими матеріалами та опанування методикою розрахунків кількісних характеристик стоку річок за рік.

Хід роботи

Водність рік – кількість води, яка проноситься ріками в середньому за рік. Показником величини водності рік є середній багаторічний об'єм річкового стоку або середня багаторічна витрата води.

Річним стоком річки називають кількість води, що стікає з річкового басейна за рік. *Нормою річного стоку* називається його середня багаторічна величина, розрахована за достатньо тривалий період, який включає декілька повних парних (не менше двох) циклів коливання стоку з відносно незмінними фізико-географічними умовами та з однаковим рівнем господарської освоєності басейну річки.

Норма річного стоку води в річці може бути представлена витратами води Q_0 , $м^3/с$ та іншими характеристиками: об'ємом W_0 , $м^3$, модулем M_0 , $л/(с \cdot км^2)$, шаром стоку Y_0 , $мм$.

Завдання 1. Визначити середні багаторічні витрати води в річці.

Середня багаторічна витрата води Q_0 визначається як середня арифметична величина в $м^3/с$ за формулою:

$$Q_0 = \sum_{i=1}^n Q_i / n ,$$

де $\sum_{i=1}^n Q_i$ – сума середньорічних витрат, що входять в даний ряд спостережень (приклад ряду спостережень наведений в табл. 1); n – число років спостережень.

Таблиця 1

Середні річні витрати води Q_i

№ п/п	Рік	$Q_i, м^3/с$
1	1906	250
2	1907	296
...
96	2002	243
97	2003	256
Сума		24250
Середнє		250
Площа водозбору		$F 81400 км^2$
Коефіцієнт варіації		$Cv 0,31$

Оцінка точності визначення середньої багаторічної витрати води характеризується відносною середньоквадратичною похибкою, що розраховується за формулою:

$$\sigma_{Q_0} = \pm \frac{Cv}{\sqrt{n}} 100\% ,$$

де, Cv – коефіцієнт варіації річного стоку.

Коефіцієнт варіації (змінності) річного стоку є безрозмірним статистичним параметром, що характеризує коливання річних величин стоку відносно його середньої багаторічної величини (норми). Якщо σ_{Q_0} не перевищує 10%, то тривалість періоду спостережень є репрезентативною і впливом циклічності можна знехтувати, а середню багаторічну витрату Q_0 можна прийняти за норму річного стоку.

Завдання 2. Визначити об'єм стоку (в мільйонах $м^3$ або $км^3$).

Об'єм річного стоку W_0 – це кількість води (в $м^3$), що стікає з водозбору за рік, яка визначається за формулою (16):

$$W_0 = Q_0 \times T,$$

де, T – число секунд за рік ($T = 86400 \times 365 = 31,54 \times 10^6$). Число секунд у добі 86400, у році – $31,5 \times 10^5$.

Завдання 3. Визначити модуль стоку.

Модуль стоку M_0 – кількість води, яка стікає з одиниці площі водозбору за одиницю часу в $л/(с \cdot км^2)$, що визначається за формулою:

$$M_0 = \frac{Q_0}{F} \cdot 10^3 ,$$

де, F – площа водозбору, $км^2$.

Завдання 4. Визначити шар стоку річки.

Шар стоку Y_0 – кількість води, яка стікає з водозбору і дорівнює товщині шару (в *мм*) розподіленого рівномірно по площі водозбору, та визначається за формулою:

$$Y_0 = W_0 / F \cdot 10^3,$$

де W – об'єм стоку (м³),

F – площа водозбору, км²,

10^3 – переведення метрів у мм.

Завдання 5. Визначити коефіцієнт стоку.

Коефіцієнт стоку η характеризує відношення висоти шару стоку Y (мм) за будь-який період до шару опадів X (мм) за той самий період:

$$\eta = Y/X$$

Коефіцієнт стоку завжди менший за одиницю. Він вказує на частку опадів, що випали в басейні, яка стікає у річку.

Завдання 6. Побудувати картосхему водоносності рік України.

Для виконання завдання студенти використовують дані таблиці (див. табл. 2 лаб. роб. № 9).

Спочатку необхідно вибрати масштаб та умовні позначення різних градацій. Після цього на контурній карті вздовж рік нанести лінії, які обмежують смуги, що показують величини середньої витрати, смуги заштрихувати. В умовних позначеннях (внизу) нанести масштаб у вигляді трикутника. Проаналізувати чинники, які впливають на стік конкретної річки України.

Практична робота 8

Тема: Визначення основних морфо метричних характеристик озера

Мета: уміти визначати морфо метричні характеристики озера, такі як площу дзеркала, об'єм водної маси та ступінь розвитку берегової лінії.

Хід роботи

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 ($F_0, м^2, км^2$).

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* ($B_{сер}, м$) – це відношення площі водної поверхні до довжини озера ($B_{сер}/L$)

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 становлять $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$, а вертикальні відстані між площинами ізобат становлять h_1, h_2, h_3, \dots , то об’єм озера (W) дорівнює:

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

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

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

де, L – довжина берегової лінії,

$2\sqrt{F_0 \Pi}$ – довжина кола з площею, що дорівнює площі озера.

Практична робота 9

Тема: Водні ресурси та водний баланс території України

Мета: знати водні об'єкти, гідрологічні характеристики та гідрологічний режим водних об'єктів України.

Хід роботи

Завдання 1. Побудувати діаграми річкового стоку адміністративних областей України. Для побудови діаграм використати дані таблиці 1 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

Адміністративна область	Площа території, тис. км ²	Середні багаторічні значення річкового стоку	
		м ³ /сек	км ³
АР Крим	27,0	29	0,91
Вінницька	26,5	349	11,00
Волинська	20,2	128	4,05
Дніпропетровська	31,9	1681	53,00
Донецька	26,5	140	4,40
Житомирська	29,9	118	3,71
Закарпатська	12,8	421	13,30
Запорізька	27,2	1680	53,00
Івано-Франківська	13,9	298	9,40
Київська	28,9	1473	46,40
Кіровоградська	24,6	1590	50,20
Луганська	26,7	161	5,09
Львівська	21,8	176	5,55
Миколаївська	24,6	127	4,00
Одеська	33,3	409	12,50
Полтавська	28,8	1632	51,50
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	54,40
Хмельницька	20,6	312	9,82

Черкаська	20,9	1503	47,40
Чернівецька	8,1	321	10,10
Чернігівська	31,9	938	29,57

Завдання 2. Побудувати діаграми водності основних річок України. Для побудови діаграм використати дані таблиці 8.4 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

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. Мукачево	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 Синьовидне	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
Південний 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
Західний 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 - сmt. 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

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Важнов А.Н. Гидрология рек. - М.: Изд-во Московского ун-та, 1976. – 338 с.
2. Великанов М.А. Гидрология суши: Учебник. – Л.: Гидрометеиздат, 1964 – 403 с.
3. Гидрология и гидрометрия. Под ред. И.А.Кузника. Л.: Гидрометеиздат, 1974. – С. 65–72.
4. Горошко И.Ф. Гидрологические расчеты. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 432 с.
5. Давидов Л.К., Дмитриева А.А., Конкина Н.Г. Общая гидрология: Учебник. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 462 с.
6. Давыдов Л.К., Дмитриева А. А., Конкина КГ. Общая гидрология. – Л.: Гидрометеиздат, 1973.
7. Железняков Г. В. Гидрология и гидрометрия. М.: Высшая школа, 1981. – С. 63–68.
8. Загальна гідрологія. Підручник / За ред. С.М. Лисогора. – К.: Фітосоціоцентр. – 2000.
9. Левківський С.С., Хільчевський В.К., Ободовський О.Г. та ін. Загальна гідрологія. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – 264 с.
10. Литовченко О.Ф., Сорокін В.Г. Гідрологія і гідрометрія. – К.: Вища школа. Головне видавництво, 1985. – 242 с.
11. Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 450 с.
12. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д. Общая гидрология. – М.: “Высшая школа”, 1991. – 368 с.
13. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д. Общая гидрология.: Учеб. Для геогр. спец. вузов. – М.: Высш. Шк., – 1991.
14. Проць Г.Л. Лабораторні роботи із загальної гідрології. Львів: ЛДУ імені Івана Франка, 1981, С 23–24.
15. Чеботарев А. И. Общая гидрология (Воды суши). – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – С. 423–441.
16. Практикум із загальної гідрології / Біланюк В.І. – Львів. Вид-во Львів. ун-ту. – 2005. – 55 с.
17. Пустовойт С.П. Загальна гідрологія. Учбово-методичний посібник для студентів географічних факультетів університетів. – К.: вип. 2, 1966. – 118 с.
18. Справочник по водным ресурсам / Под ред. Б.И. Стрельца. – К.: Урожай, 1987. – 267 с.