

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Збірник методичних вказівок  
до практичних робіт з дисципліни  
“Гідрологія (суші)”  
для студентів II курсу денної форми навчання  
Напрямок підготовки – екологія, охорона навколишнього середовища та  
збалансоване природокористування

“Затверджено”  
На засіданні методичної комісії  
гідрометеорологічного інституту  
Протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_ 2013р.  
Голова методичної комісії ГМІ \_\_\_\_\_ Овчарук В.А

“Затверджено”  
На засіданні кафедри гідрології суші  
Протокол № 11 від 8.05.2012 р.  
Зав.кафедри \_\_\_\_\_ Гопченко Є.Д.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Збірник методичних вказівок  
до практичних робіт з дисципліни  
“Гідрологія (суші)”  
для студентів II курсу денної форми навчання  
Напрямок підготовки – екологія, охорона навколишнього середовища та  
збалансоване природокористування

ОДЕСА 2013

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Збірник методичних вказівок  
до практичних робіт з дисципліни  
“Гідрологія (суші)”  
для студентів II курсу денної форми навчання  
Напрямок підготовки – екологія, охорона навколишнього середовища та  
збалансоване природокористування

“Затверджено”  
На засіданні методичної комісії  
гідрометеорологічного інституту  
Протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_ 2013р.

ОДЕСА 2013

Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни «Гідрологія (суші)» для студентів II курсу денної форми навчання за напрямом підготовки «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»/укл. к.геогр.н., доц. Бурлуцька М.Е., к.геогр.н., ас. Шаменкова О.І.. – Одеса, ОДЕКУ, 2013 р. – с. 24.

## Вступ

Дисципліна «Гідрологія (суші)», вивчає теоретичні та практичні основи методів розрахунку гідрографічних характеристик річок та водозборів, визначення складових водного балансу водозборів та характер особливостей змін стану водних об'єктів у часі.

**Метою методичних вказівок** є закріплення студентами знань, отриманих при вивченні теоретичних розділів „Визначення гідрографічних характеристик річок та водозборів”, „Водний режим річок”, „Розрахунки складових рівняння водного балансу за багаторічний період”.

**Задача методичних вказівок** – набуття на базі даних спостережень практичних навичок визначення гідрографічних характеристик річок, фаз водного режиму.

У результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

### **Знати:**

- морфометричні характеристики водотоків і їх водозборів;
- характеристики і фази водного режиму;
- складові водного балансу річкових водозборів.

### **Вміти:**

- визначати межі водозборів (вододільні лінії);
- визначати гідрографічні характеристики водотоків та водозборів;
- виконувати розчленування гідрографів стоку за джерелами живлення;
- обчислювати характеристики річкового стоку;

Методичні вказівки містять в собі два завдання:

**Завдання №1** Визначення гідрографічних характеристик річок та водозборів.

**Завдання №2** Водний режим річок.

Вихідні дані для виконання завдань знаходяться у фондових матеріалах кафедри гідрології суші та видаються викладачем дисципліни.

Оцінювання виконаних практичних робіт здійснюється згідно з робочою програмою дисципліни.

## ЗАВДАННЯ №1

### ВИЗНАЧЕННЯ ГІДРОГРАФІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РІЧОК ТА ВОДОЗБОРІВ

Методичні вказівки дають змогу визначити гідрографічні характеристики водозборів згідно методичних рекомендацій ДГИ [2].

Термін "гідрографічні характеристики" відображає сукупність морфометричних та морфологічних характеристик, відображаючих форму, розмір водних об'єктів і деяких фізико-географічних особливостей водозборів.

До гідрографічних характеристик відносять: довжину, уклон, звивистість річки, площу водозбору, середню висоту, густоту річкової мережі та інші.

Гідрографічні характеристики визначаються за топографічними картами масштабу 1:10000, 1:125000, 1:50000, 1:100000.

## ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

### 1 МОРФОМЕТРИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДОТОКІВ І ВОДОЗБОРІВ

#### *1.1 Морфометричні характеристики водотоків*

*Довжина річки* - відстань від витoku до її гирла.

*Середній уклон* - падіння висоти на одиницю довжини потоку.

*Звивистість* - відношення довжини водотоку до довжини прямої від витoku до гирла

#### *1.2 Морфометричні характеристики водозбори*

*Площа* - частка земної поверхні та товщі ґрунтів, з яких вода надходить у річкову мережу.

*Середня висота* - середнє з абсолютних відміток висот, рівномірно розташованих на водозборі.

*Густота річкової мережі* - відношення сумарної довжини всіх водотоків до площі території.

## 2 ГРАНИЦІ ВОДОЗБОРІВ

Межі водозборів (*вододільна лінія*) визначається за рельєфом місцевості і проходить по найвищих точках водозбору, враховуючи горизонталі, напрямом течії річок.

При відсутності горизонталей на карті вододільну лінію наносять посередині між витоком річки дослідного і сусіднього водозборів.

Межі водозборів наносяться на карту у вигляді червоної пунктирної лінії.

## 3 ВИЗНАЧЕННЯ ГІДРОГРАФІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДОТОКІВ (РІЧОК)

До основних гідрографічних характеристик водотоків відносять *довжину річки, уклон, звивистість*.

### 3.1 Довжина водотоку

Для визначення довжини водотоку (річки) необхідно знати виток та гирло (замикаючий створ).

*Виток річки* - місце, звідки вона бере початок. Витоком річки може бути озеро, льодовик, болото, або місце злиття двох річок

*Гирло річки* - місце, де вона впадає в іншу річку, озеро (водосховище) або море

*Довжиною річки* називається відстань між виток і гирлом, виміряна (в км) за картою великого масштабу за допомогою курвіметра КС. Довжина річки вимірюється в два прийоми, а саме знаходиться вся довжина від початку до гирла в прямому і зворотному напрямках. Різниця відліку між двома вимірюваннями повинна бути не більше 6 % при довжині лінії 10 см, та не більше 4 % - від 10 до 100 см.

Довжина річки (в км) визначається за формулою:

$$L = (L_{вим} - L_{вим} \Delta l) m, \quad (1.1)$$

де  $L_{вим}$  - середнє визначення довжини в двох напрямках, см;

$\Delta l$  - поправка курвіметра;

$m$  - одне ділення курвіметра в масштабі карти.

Загальна неуязка довжини річки  $\Delta L$ , знаходиться

$$\Delta L = \sum l_i - L, \quad (1.2)$$

де  $\sum l_i$  - сума довжин ділянок річки;

$L$  - довжина річки.

Поправка на довжину ділянки  $\Delta l_i$ , обчислюється на одиницю довжини і вводиться пропорційно довжині ділянки

$$\Delta l_i = \frac{\Delta L \cdot l_i}{L}. \quad (1.3)$$

### 3.2 Середній уклон річки

Повздовжній профіль річки характеризує зміну схилів поверхні води течією річки. Різниця відміток  $\Delta h$  верхів'я  $h_1$  та гирла  $h_2$  (або двох будь-яких відміток за довжиною річки) називається *падінням*. Відношення падіння до довжини річки (або до довжини даної ділянки річки) називається *уклоном річки*:

$$I_p = \frac{h_1 - h_2}{L} = \frac{\Delta h}{L}, \quad (1.4)$$

де  $\Delta h$  - падіння річки, м;

$L$  - довжина річки, км;

Уклон річки обчислюється в проміле ‰.

### 3.3 Гідрографічна звивистість річки

Річки в плані завжди мають звивисте окреслення. Звивистість залежить від місцевості, по якій тече річка, стійкості порід та ґрунтів, що становлять долину та русло, від розливу та динамічних явищ потоку.

*Звивистість річки* характеризується коефіцієнтом звивистості  $K_{зв}$ , який становить відношення довжини річки  $L$ , виміряної по карті до довжини прямої  $L_{пр}$ , що з'єднує початок та кінець ділянки річки

$$K_{зв} = \frac{L}{L_{пр}}, \quad (1.5)$$

де  $K_{зв} > 1$ .



## 4 ВИЗНАЧЕННЯ ГІДРОГРАФІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДОЗБОРІВ

Основні характеристики водозборів: *площа, густота річкової мережі.*

### 4.1 Площа водозбору

Площі контурів, зображених на топографічних картах визначаються графічним способом (палеткою).

Для визначення площі даного контуру кладуть палетку і підраховують число повних кліток в межах площі. Неповні клітки, розташовані вздовж контуру площі, оцінюють на око і підсумовують до них. Площа водозбору

$$F = na^2 \quad (1.6)$$

де  $n$  - кількість кліток палетки,  
 $a$  - сторона клітки, км.

Всі вимірювання виконують двічі.

### 4.2 Густина річкової мережі

Ступінь насичення території водотоками характеризується коефіцієнтом густоти річкової мережі  $\rho$ . Він дорівнює відношенню сумарної довжини всіх водотоків  $\sum L$  до площі території  $F$  і вимірюється в кілометрах на квадратний кілометр (км/км<sup>2</sup>)

$$\rho = \sum L / F \quad (1.7)$$

## Приклад розрахунку

**Визначити:** гідрографічні характеристики р.Мокошинська.

**Дано:** фрагмент топографічної карти М 1:100000 (рис. 1.1).

**Потрібно:**

1. Зробити аналіз висотних характеристик басейну, визначити на карті положення витоку та гирла (замикальний стовору) р.Мокошинська.
2. Нанести вододільну лінію та виділити водозбір р.Мокошинська.
3. Визначити гідрографічні характеристики р.Мокошинська:  
а) довжину річки та її приток; б) середній уклон річки; в) звивистість річки.
4. Знайти гідрографічні характеристики водозбору: а) площу водозбору; б) густоту річкової мережі.

## Порядок виконання роботи

1. На фрагменті топографічної карти показано рельєф з горизонталями, проведеними через 50 м та висотними відмітками. Найвища відмітка у верхів'ях басейну дорівнює 300 м.

Річка Мокошинська має виток на висоті біля 160 м (визначається інтерполяцією між суміжними горизонталями) і впадає в р.Чернуха Рельєф території знижується від витоку до гирла і біля с. Мена (замикаючий створ) відмітка місцевості дорівнює 50 м.

Річкова система представлена на карті головною річкою (р.Мокошинська) та притоками: зліва - р.Таловка, р.Шумиха, р.Званка, р.Ясиновка, справа - р.Лопатинка, р.Соминка.

2. Аналіз карти показує, що найвищі відмітки місцевості між суміжними річковими системами відносяться до замкнених горизонталей, вододільна лінія пересікає їх середину (пунктирна лінія).

3. а) Довжина р.Мокошинська та її притоків виміряється курвіметром КС. Довжина річки визначається за формулою (1.1). Довжина річки склала - 19 км. Потім розраховують довжини притоків в прямому та зворотному напрямках (табл.1.1);

б) відмітка витоку р.Мокошинська знаходиться шляхом інтерполяції між горизонталями 150 та 200 м і складає 160 м. Відмітка місцевості розрахункового створу 50 м. Падіння річки на цій ділянці дорівнює 110 м. Середній уклон з (1.4):

$$I_p = \frac{160 - 50}{19} = \frac{110}{19} = 5,79 \text{ ‰}$$

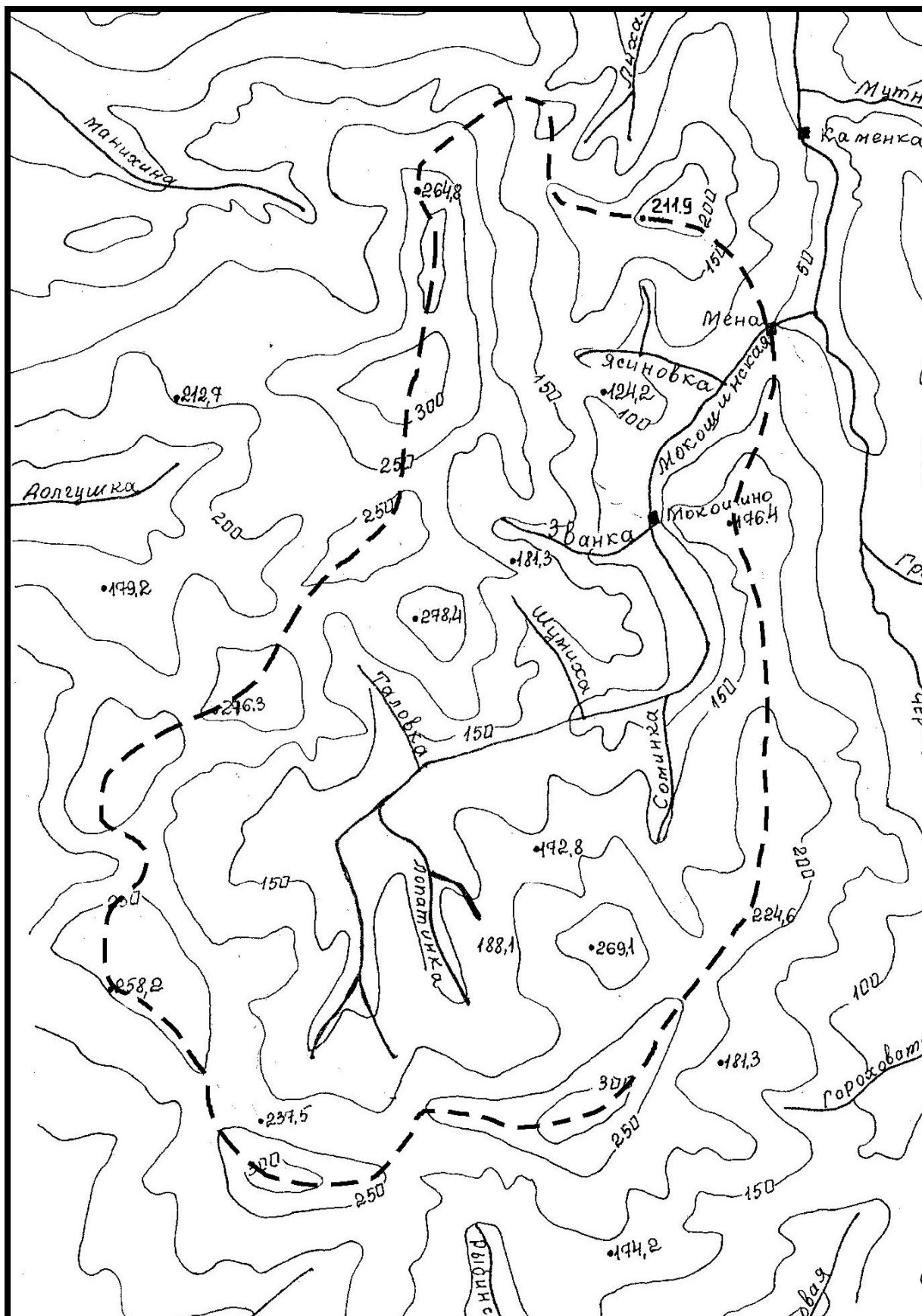


Рисунок 1.1 – Карта водозбору р. Мокошинська

Таблиця 1.1 – Довжини р.Мокошинська та її приток

№ п/п	Межі ділянок	Довжина річки та приток, см			Довжина у масштабі карти, км
		1 вимір	2 вимір	середнє	
1	Виток-с.Мена	19	19	19	19
2	р.Лопатинка	4,0	4,6	4,3	4,3
3	р.Таловка	2,0	2,2	2,1	2,1
4	р.Шумиха	2,7	2,5	2,6	2,6
5	р.Соминка	2,5	2,5	2,5	2,5
6	р.Званка	3,0	3,0	3,0	3,0
7	р.Ясиновка	2,9	3,1	3,0	3,0

**в)** звивистість річки має відношення довжини річки (19 км) до прямої, що з'єднує виток та замикальний створ (16 км)

$$K_{зв} = \frac{19}{16} = 1,19;$$

**4. а)** Площа водозбору р.Мокошинська знаходиться графічним способом за допомогою палетки. Розраховують ціну клітки палетки в масштабі робочої карти. На контур водозбору кладуть палетку і підраховують кількість кліток. Площа водозбору розраховується за виразом (1.6) двічі і заноситься в таблицю 1.2.

Таблиця 1.2 – Площа басейну р.Мокошинська – с.Мена ( $a^2 = 0,25 \text{ км}^2$ )

Річка-створ	Кількість клітинок в контурі			Виміряна площа, $\text{км}^2$
	1 вимір	2 вимір	середнє	
р.Мокошинська-с.Мена	590	598	594	148,5

**б)** густота річкової мережі розраховується за формулою (1.7) та за допомогою таблиці 1.3.

$$\rho = \frac{38,6}{146} = 0,26 \text{ км/км}^2$$

Таблиця 1.3 – Обчислення густоти річкової мережі

Назва річки	Куди та з якого берега впадає	Довжина річки, км	Густота річкової мережі, км/км <sup>2</sup>
р.Мокошинська	р.Чернуха(л)	19	0,26
р.Лопатинка	р.Мокошинська(п)	4,3	
р.Таловка	р.Мокошинська(л)	2,1	
р.Шумиха	р.Мокошинська(л)	2,6	
р.Соминка	р.Мокошинська(п)	2,5	
р.Званка	р.Мокошинська(л)	3,0	
р.Ясиновка	р.Мокошинська(л)	3,0	

$$\Sigma = 36,5$$

### Контрольні питання

1. Надати характеристику річкового басейна.
2. Як розрахувати середній уклон річки?
3. Що характеризує гідрографічну звивистість річки?

### Практичне завдання:

1. Визначити гідрографічні характеристики річки згідно з прикладом розрахунків.
2. Практична робота складається з теоретичної (див. стор.4-7) і практичної (див. стор. 8-11) частин

### Література

- 1.Лучшева А.А. Практическая гидрология.-Л.:Гидрометеоиздат, 1976. - 440с.
- 2.Руководство по определению гидрографических характеристик картометрическим способом.- Л.: Гидрометеоиздат, 1986. - 93с.
- 3.Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. - Л.: Гидрометеоиздат, 1984. - 448с.

## ЗАВДАННЯ №2

### ВОДНИЙ РЕЖИМ РІЧОК

Сукупність характерних особливостей змін стану водних об'єктів у часі називається гідрологічним режимом. Гідрологічний режим проявляється у багаторічних, сезонних і добових коливаннях 1) рівня води (режим рівня); 2) водності (режим стоку); 3) льодових явищ (льодовий режим); 4) температури води (термічний режим), 5) кількості та складу перенесеного потоком твердого матеріалу (режим наносів); 6) складу та концентрації розчинених речовин (гідрохімічний режим); 7) змін русла річки (режим русловою процесу). Залежно від наявності чи відсутності гідротехнічних споруд, які впливають на гідрологічний режим, розрізняють зарегульований режим і природний, або побутовий. Елементами гідрологічного режиму називаються такі явища та процеси (наприклад коливання рівня, водності, температури води тощо), сукупність яких характеризує гідрологічний режим водних об'єктів. Із характеристик гідрологічного режиму найбільше практичне значення має річковий стік. Величина річкового стоку визначає ступінь обводнення території, потенціальні гідроенергетичні запаси та розміри водних шляхів сполучення.

### ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

#### 1 ХАРАКТЕРИСТИКИ РІЧКОВОГО СТОКУ

Стоком називається кількість води, що стікає із водозбору за певний проміжок часу. Кількісними оцінками величин річкового стоку є витрата води, об'єм, модуль, шар стоку.

Витрата води  $Q$  - кількість води, що протікає через живий переріз річки за одиницю часу. Виражається в кубічних метрах за секунду ( $\text{м}^3/\text{с}$ ).

Об'єм стоку  $W$  - об'єм води, що стікає з водозбору за певний проміжок часу (рік, місяць, добу). Об'єм стоку виражається в кубічних метрах ( $\text{м}^3$ ) або кубічних кілометрах ( $\text{км}^3$ ).

$$W = QT \quad (2.1)$$

де  $Q$  - середня витрата води,  $\text{м}^3/\text{с}$ ,

$T$  - проміжок часу, с.

Модуль стоку  $q$  - кількість води, що стікає з одиниці площі водозбору за одиницю часу. Ця величина виражається в літрах за секунду з  $1 \text{ км}^2$  площі басейну басейну ( $\text{л}/(\text{с км}^2)$ ), або в кубічних метрах за секунду з

1 км<sup>2</sup> площу басейну (м<sup>3</sup>/(с км<sup>2</sup>)) - Модуль стоку можна визначити за формулою:

$$q = \frac{Q \cdot 10^3}{F} \quad (2.2)$$

де  $F$  - площа басейну, км<sup>2</sup>,  
10<sup>3</sup> - коефіцієнт розмірності.

Шар стоку  $Y$  - кількість води в міліметрах, що рівномірно розподілена по площі  $F$  та стікає з водозбору за певний проміжок часу  $T$ ,

$$Y = \frac{W}{F \cdot 10^3} \quad (2.3)$$

Між модулем  $q$  і шаром стоку  $Y$  існує співвідношення:

$$Y = 31,5 q, \text{ або } q = 0,0317Y.$$

Коефіцієнт стоку  $\eta$  - це відношення стоку  $Y$  до кількості опадів  $X$ , що випали на площу водозбору та спричиняють виникнення стоку:

$$\eta = \frac{Y}{X} \quad (2.4)$$

Коефіцієнт стоку характеризує частку опадів, що йдуть на формування стоку, та виражається відносним числом, меншим від одиниці у вигляді десяткового дробу.

## 2 ЧИННИКИ ФОРМУВАННЯ СТОКУ

Стік річок формується під впливом складної взаємодії фізико-географічних чинників. Ці чинники поділяються на дві групи: кліматичні та чинники підстилаючої поверхні. До основних кліматичних чинників відносяться атмосферні опади, випаровування, температура повітря та ґрунту. До чинників підстилаючої поверхні слід віднести геологічну будову, рельєф, ґрунти, рослинність, озерність і заболоченість.

Визначальний вплив на формування стоку річок справляють кліматичні чинники. Наприклад, стік за рік, за період весняної повені та дощових паводків залежить від атмосферних опадів. У кліматичних умовах України першорядне значення у формуванні стоку має сніговий покрив. У весняний період танення снігу зумовлює виникнення повені, під час якої проходить 50-80% річного стоку. У період танення снігу внаслідок

інфільтрації талих вод відбувається посилене живлення підземних вод. Крім того, сніговий покрив, що має малу теплопровідність, зменшує міру промерзання ґрунтів і водоймищ. Для річок зі сніговим живленням найбільшими у році є максимальні витрати весняної повені. Процес формування дощових паводків визначається сполученням інтенсивності дощу, площі його розподілу, умов увібрання води ґрунтами а також затримування води в озерних котловинах та інших пониженнях рельєфу.

Температура повітря у зимовий період визначає глибину промерзання ґрунтів. Від промерзлої ґрунту кількість води, що стікає, більша, ніж від талої, оскільки частка води просочується вглиб талої ґрунту, збільшуючи запаси підземних вод. З температурним режимом також пов'язані процеси танення снігу, замерзання та скресання водоймищ, умови протікання води у руслі, випаровування з поверхні басейну та інш.

Вплив кліматичних чинників на формування стоку річок залежить від чинників підстилаючої поверхні (рельєфу басейну, лісистості, наявності озер і боліт, характеру ґрунтів), що зумовлюють втрати стоку й умови стікання та досягнення водою замикаючого створу.

Рельєф басейну впливає на кількість, характер та розподіл опадів по території басейну, температуру повітря та умови стікання води по поверхні. Вплив рельєфу на кількість атмосферних опадів виявляється в тому, що з підвищенням місцевості над рівнем моря до певної визначеної висоти кількість опадів збільшується. Ця закономірність найчіткіше простежується в гірських районах. Але й невеликі височини на рівнинах збільшують річні суми опадів на 100-150 мм порівняно з навколишньою місцевістю. Другий бік впливу рельєфу пов'язаний з нахилом річкової мережі та схилів. Чим сильніше розсічений рельєф водозбору, тим з більшою інтенсивністю стікає вода у річки. Тому з інших однакових умов у басейнах з великими формами рельєфу хвиля весняної повені виявиться більш різкою, а загальна тривалість повені буде меншою, ніж у випадках плоского рельєфу, коли формується полого та розтягнута хвиля повені. Це зумовлено тим, що для рівнинних басейнів втрати стоку у дрібних пониженнях рельєфу та на фільтрацію більші порівняно з гірськими басейнами. Вплив лісу на формування стоку має складний характер. З одного боку, ліс збільшує кількість опадів внаслідок відмінності динамічної шорсткості лісних і безлісних територій. З другого боку, ліс кронами дерев затримує частку опадів, яка потім випаровується. Ліс також сповільнює процес танення снігу, що спричиняє зниження максимальних витрат та збільшення тривалості повені порівняно з менш залісеними територіями. Внаслідок високої інфільтраційної здатності лісові ґрунти спричиняють перехід поверхневого стоку в підземний. Тому внутрішньорічний розподіл стоку річок залісених басейнів має більш



згладжений характер порівняно з безлісними.

Геологічна будова та ґрунти зумовлюють інтенсивність просочування атмосферних опадів та істотно впливають на формування поверхневого та підземного стоку. Близьке залягання водонепроникних порід зумовлює процес заболочування, наявність карсту значно змінює гідрологічний режим річок.

Вплив озер на режим поверхневого стоку проявляється неоднаково. Стік річок, які протікають крізь озера, знижується внаслідок підвищеного випаровування з водної поверхні порівняно з сушею. Завдяки акумуляції води в озерах у багатоводні періоди та спрацювання її у маловодні відбувається вирівнювання стоку річок. Міра впливу озер на вирівнювання внутрішньорічного розподілу стоку залежить від їх місця розташування на басейні. Озера у верхів'ях річок створюють менший вирівнюючий ефект, ніж озера, що знаходяться у нижній течії річки.

Наявність боліт зумовлює зниження піку та зростання тривалості весняної повені, а також зниження дощових літніх паводків. При цьому зниження піку повені відбувається внаслідок сповільненого стоку і значних розливів заболочених річок по широкій долині. На зниження літніх паводків істотно впливає вбираюча здатність торф'яників.

Значний вплив на режим стоку справляє господарська діяльність людини (оранка басейну, лісонасадження, створення ставків і водосховищ, забір води на зрошування, випуск у річки забруднених вод тощо).

## **3 ВОДНИЙ РЕЖИМ**

Атмосферні опади є основним джерелом живлення річок. Залежно від конкретних умов надходження атмосферної вологи води, що живлять річки, поділяють на снігові, дощові, підземні та льодовикові. У різних фізико-географічних умовах питома вага окремих видів живлення неоднакова. У випадку, коли важко виділити перевагу будь-якого джерела живлення у формуванні загального стоку річки, вживають термін "мішане живлення". У живленні рівнинних річок основну роль відіграють снігові води. Перевага дощового живлення спостерігається на річках Карпат і Криму.

Сукупність зміни витрат та рівнів води в часі називається водним режимом річок.

### **3.1 Фази водного режиму**

Залежно від зміни умов живлення у водному режимі річок виділяють ряд характерних станів (фаз): 1) повінь; 2) паводок; 3) межень.

Повінь характеризується найбільшою у році водністю, високим та довгим підйомом рівня, звичайно супроводжується виходом води на заплаву. Спричиняється головним видом постачання: на рівнинних річках - сніготаненням, на високогірних - таненням снігу та льодовиків, у мусонних та тропічних зонах - дощовими опадами. Для річок однієї кліматичної зони повінь щорічно повторюється в один сезон, але з різною інтенсивністю та тривалістю. Залежно від умов формування повінь може бути весняною, весняно-літньою та літньою.

Паводок - це фаза водного режиму річки, що може багаторазово повторюватися в різні сезони року. Паводки являють собою швидкі та порівняно короткочасні підйоми рівня води у річці. Утворюються паводки випадінням дощів і сніготаненням під час відлиги. До категорії паводків відносять щорічне підвищення водності в осінній період внаслідок дощів та зменшення випарування.

Межень - фаза водного режиму річки, що повторюється щороку в одні і ті самі сезони. Межень характеризується малою водністю, довгим стоянням низького рівня води у річках внаслідок зменшення або припинення поверхневого стоку; у цей період річки живляться в основному за рахунок підземних вод. На більшості річок виділяють літню (літньо-осінню) та зимову межень. До літньо-осінньої відносять період від кінця повені до осінніх паводків, а у разі їх відсутності - до початку зимового періоду, тобто до появи на річці льоду. Зимова межень звичайно збігається з періодом льодоставу.

Для опису основних фаз водного режиму річки установлюють такі типові точки з відповідними витратами та датами:

1. Найменша витрата зимової межені.
2. Початок підйому весняної повені.
3. Найбільша витрата весняної повені.
4. Кінець весняної повені (при наявності двох піків повені точки 2,3,4 вибирають також для другого піку).
5. Найменша витрата літньо-осінньої межені.
6. Початок підйому першого паводка.
7. Найбільша витрата першого літнього паводка.
8. Кінець першого літнього паводку (аналогічні вибірки виконують для всіх літніх, осінніх і зимових паводків).
9. Початок осіннього льодоходу.
10. Кінець осіннього льодоходу.
11. Початок весняного льодоходу.
12. Кінець весняного льодоходу.

Використовуючи дані вибірки, розраховують тривалість усіх фаз водного режиму. Тривалість весняної повені визначають за кількістю днів

між початком і кінцем повені. Крім того, повинь характеризується підйомом та спадом та їх співвідношенням. Тривалість підйому визначається за різницею дат максимальної витрати і початку повені, а тривалість спаду - за різницею дат кінця повені та максимальної витрати.

Гідрограф повені може бути однопіковим (одноmodalьним), дво-, три- та багатопіковим. Рівнинні річки мають, як правило, однопіковий гідрограф повені. Дво- або трипікова весняна повинь на рівнинних річках спостерігається або під час повернення холоду (переривиста водовіддача), або у разі неодночасного надходження талих вод з різних частин басейну, що відбувається через різну лісистість або різний рельєф. Багатопікова або гребінчаста повинь має місце для річок гірських районів або у районах з мусонним кліматом внаслідок інтенсивності та переривистих зливових дощів.

Паводки характеризуються такими самими елементами паводкової хвилі, що і весняна повинь: початок і кінець паводка, максимальна витрата води, тривалість паводка, форма паводкової хвилі. Тривалість паводкового періоду визначається як сумарна тривалість усіх паводків за рік.

Тривалість літньо-осінньої межені знаходиться як сумарна тривалість (у добах) періодів з низькими витратами води за час від кінця весняної повені до початку осіннього підйому рівня або до появи льодових явищ. Літньо-осіння межень може відзначатися підвищеною або пониженою порівняно із зимовою водністю, може бути стійкою, довгою, а також переривистою, нестійкою (періодично порушується дощовими паводками).

### **3.2 Розчленування гідрографів**

Кількісна оцінка частки кожного виду живлення у загальному об'ємі стоку річки здійснюється розчленуванням гідрографа (хронологічний графік зміни витрат води у певному створі водотоку). Розчленування гідрографа за джерелами живлення відбувається на підставі врахування особливості режиму річки, умов припливу води від дощів, сніготанення та підземним шляхом. Для рівнинних річок з ясно вираженою весняною повинню найбільш невизначеною є операція виділення підземного стоку та стоку дощових паводків. Найпростіший спосіб виділення підземного стоку - з'єднання на гідрографі прямою лінією мінімальних витрат передвесняного та меженого періодів. Оскільки витрати початку літньої межені, як правило, вищі від витрат попередньої весняної повені, то за цією схемою значення підземного стоку дещо збільшується під час весняної повені. Виділення дощових паводків здійснюється шляхом перетину вітки підйому і спаду з лінією, що відокремлює підземний стік від поверхневого.

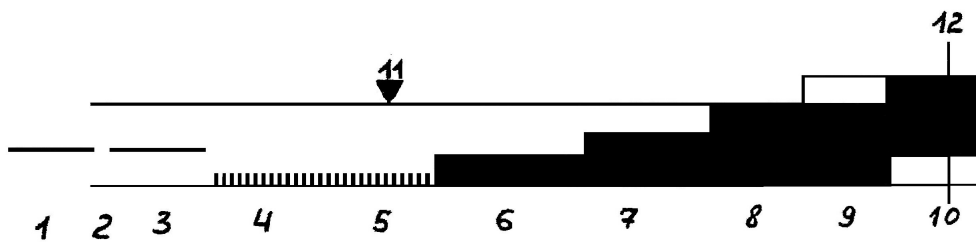
## Порядок виконання роботи

Вивченню водного режиму річки (аналіз впливу основних факторів на формування стоку, характеристика фаз водного режиму, оцінка частки складників живлення річки) можна виконати на підставі комплексних графіків гідрометеорологічних спостережень за характерні роки (багатоводний, маловодний, середній щодо водності).

При будові комплексного графіку вживають такі дані: значення середньодобових витрат води та фази льодового режиму за даними вимірювань у замикаючому створі, середньодобові температури повітря та добові суми опадів за даними вимірювань на метеорологічній станції, яка знаходиться у центрі ваги басейну. Ці характеристики є у Гідрологічному щорічнику – таблиці “Расходы воды” і “Уровни воды” та у Метеорологічному щомісячнику – таблиці “Осадки, мм, суточные данные станций” та “Температура воздуха, суточные данные станций”. Льодові явища позначаються так:

э	-	забереги
>(с)	-	закраїни
:	-	сало
×(*)	-	рідкий шугохід
*(ш)	-	середній, густий шугохід
X(<)	-	зажор нижче водпоста
X(>)	-	зажор у створі або вище водпоста
0(x)	-	льодохід рідкий
•(л)	-	середній, густий льодохід
∇(<)	-	затор нижче водпоста
Δ(>)	-	затор вище водпоста
(I)	-	льодостав
(↑)	-	вода тече по поверхні льоду
П	-	посування льоду
Z	-	льодостав
T	-	водна рослинність
;	-	льодостав з торосами
]	-	льодостав з шугою
I	-	наледь
прмз	-	річка перемерзла
прсх	-	річка пересохла

На комплексному графіку для визначення фаз льодового режиму використовують графічні побудови вигляду



Тут прийняті такі визначення: 1 – сало; 2 – забереги; 3 – сало при заберегах; 4 – рідкий шугохід; 5 – шугохід; 6 – рідкий льодохід; 8 – нерухомий льодовий покрив; 9 – вода тече поверх льоду; 10 – закраїни і льод підняло; 11 – дата зажору або затору; 12 – дата посування льоду.

Комплексний графік будують на листі міліметровки формату 12 (297x420). Горизонтальний часовий масштаб 1 мм – 1 доба. Вертикальний масштаб: для температури 1 мм – 1 °С, для опадів 1 мм : 1 мм. Масштаб для витрат обирають на підставі амплітуди витрат (1:10, 1:20, 1:50, 1:100, 1:200, 1:500 і ін.) так, щоб шкала витрат порівнювала 7-14 см.

Середньодобові витрати води, середньодобові температури повітря, добові суми опадів наносять на комплексний графік на кожен день, відносячи значення цих елементів на кінець доби (лінія, яка обмежує міліметрову поділку праворуч). При цьому позитивну температуру повітря виділяють червоним кольором, негативну – синім. Рідкі опади зображують зачерненими стовпчиками, тверді – незачерненими. Льодові явища наносять за допомогою умовних позначень біля горизонтальної смужки товщиною 4 мм. Довжина смужки відповідає тривалості льодових явищ.

### Приклад розрахунку

**Дано:** таблиця щодобових витрат води для р. Десна м.Чернігів за 1986 р., таблиця середньодобових температур повітря та таблиця добових сум опадів по метеостанції м.Трубчевськ, яка знаходиться поблизу центра ваги річкового басейну (дані наводяться).

Водозбір р.Десна розміщений на західній окраїні Середньо-Російської височини у зоні широколистяних лісів. Коливання висот у межах водозбора складає від 100 до 200 м над рівнем моря. Переважають піщані та глинисто-піщані ґрунти. Площа водозбора 81400 км<sup>2</sup>, лісистість близько 30 %, озерність і заболоченість менше 1 %, розораність складає приблизно 30 %. Господарська діяльність людини істотно не впливає на водний режим.

**Завдання:** 1. Побудувати комплексний графік гідрометеорологічних спостережень за 1986 р.

2. Дослідити вплив основних фізико-географічних чинників на водний режим річки.

3. Виконати вибірку характерних витрат і дат для основних фаз водного режиму.

4. Виконати розчленування гідрографа методом прямого зрізання та зробити кількісну оцінку частки різних складників живлення річки.

5. Обчислити основні характеристики стоку.

Відповідно до Порадника вип.6, ч.2 на стандартному листі міліметровки будується комплексний графік, на який наносяться середньодобові витрати води р.Десна – м.Чернігів за 1986 р., льодова обстановка та метеодані – добові суми опадів і середньодобові температури повітря м/с Трубчевськ (рис 2.1)

Вплив основних фізико-географічних чинників на водний режим річки можна встановити, порівнюючи хід стоку з ходом основних метеоелементів.

Зимовий період 1986 р. характеризується переважно негативними температурами, які досягають  $-26^{\circ}\text{C}$  у січні. Сталі негативні температури на початку року сприяють плавному наростанню товщини льодового покриву. Стік змінюється незначно і формується виключно підземними водами. У кінці року початок зимового періоду збігається зі сталим переходом температури повітря через  $0^{\circ}\text{C}$  до негативних температур і, як наслідок, виникнення льодових явищ у вигляді заберегів та шуги. Коливання температур близько  $0^{\circ}\text{C}$  заважає утворенню льодоставу. Сніготанення під час відлиги призводить до підвищення рівня (витрат) води у річці. Початок весняного підняття збігається зі сталим переходом повітря через  $0^{\circ}\text{C}$  до позитивних значень. Витрати води різко збільшуються внаслідок танення снігозапасів, накопичених на водозборі у зимовий період, що приводить до скресання річки. Льодохід триває 5 діб. Коливання температури повітря на підйомі повені сповільнює зростання витрат води, тому гілка підйому має заломлений характер. Рідкі опади на підйомі повені незначні та не впливають на хід стоку. Пік повені добре виражений і сформований талими сніговими водами. Спад повені значно перевищує тривалість підйому, що зумовлено таненням снігу у лісі та дощами, які випадають у цей період.

Літньо-осінній період характеризується сталим низьким (меженим) стоком та осіннім паводком. Опади, що випадають у літній період, не утворюють паводків через поширення на водозборі піщаних та глинисто-піщаних ґрунтів, які добре вбирають вологу.

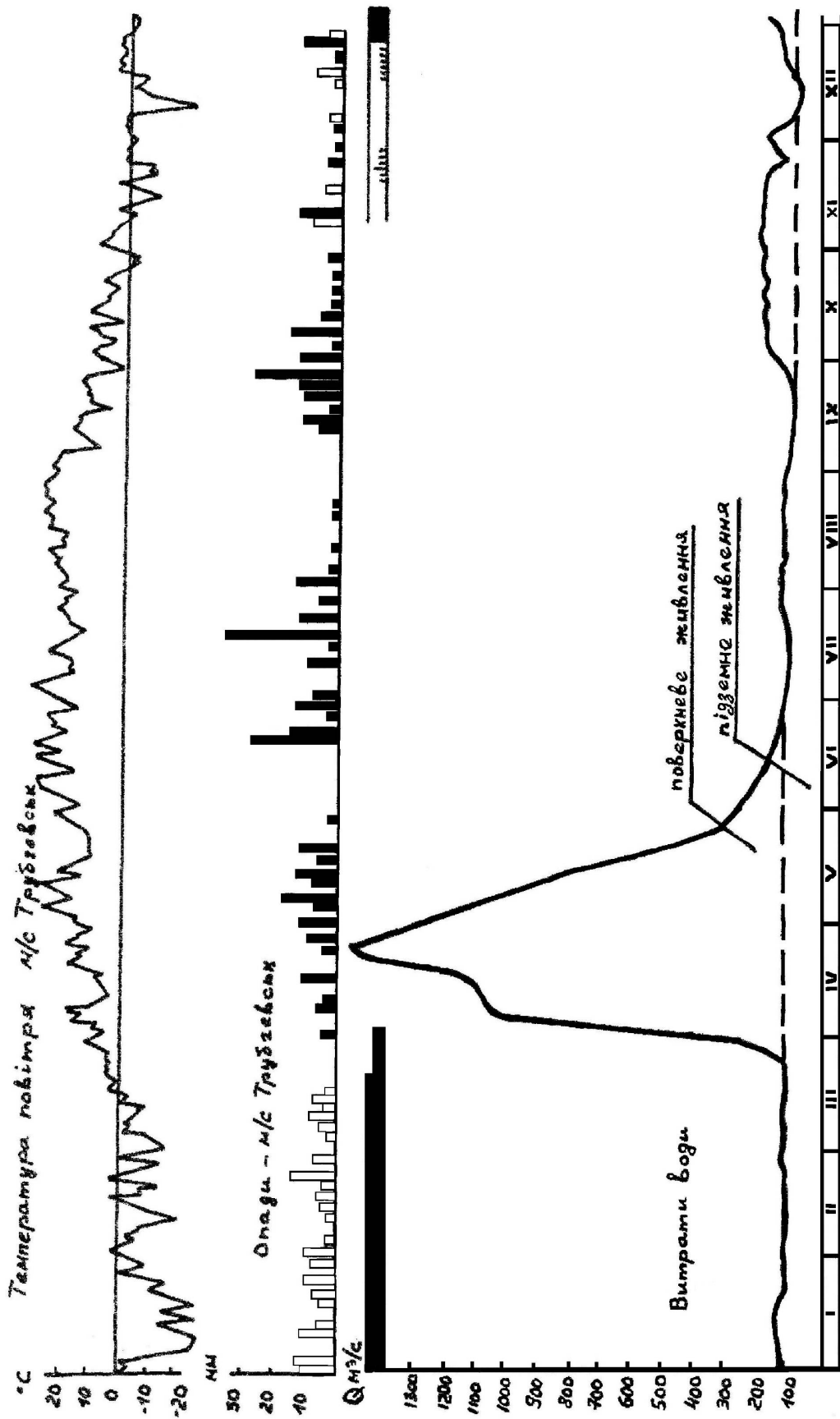


Рисунок 2.1 – Комплексний графік ходу гідрометеорологічних величин р.Десна-м.Чернігів, 1986 р.

Внаслідок цього відбувається накопичення запасів підземних вод. В осінній період опади значніші за величиною формують порівняно невисокий, але тривалий паводок. У цей період річка живиться за рахунок підземних і дощових вод.

Аналіз комплексного графіка показує, що у водному режимі р.Десна за 1986 р. виділяються такі основні фази: весняна повінь, літньо-осінній паводок, зимова межень.

Весняна повінь, що є основною фазою водного режиму, формується за рахунок танення снігу. Згідно з “Ресурсами поверхневих вод” частка снігового стоку в період повені може досягати 55 %, дощового – 5 %, ґрунтового – 40 %. Тривалість повені дорівнює три місяці, що зумовлено здебільшого кліматичними особливостями цього року. Повінь починається при витраті 131 м<sup>3</sup>/с. Тривалість підйому повені – приблизно місяць. Повінь на р.Десна у 1986 р. має один пік. Максимальна витрата спостерігається дві доби (23, 24 /IV) і дорівнює 1400 м<sup>3</sup>/с. Тривалість спаду повені становить два місяця. Повінь закінчується 24/VI при витраті 149 м<sup>3</sup>/с.

Літньо-осіння межень р.Десна стала та довгочасна. Її тривалість складає 65 діб. У першій половині літа опади трохи збільшують витрати води. Найменші витрати літньо-осінньої межені дорівнюють 92.0 м<sup>3</sup>/с і спостерігались 15-19 /IX. У кінці вересня меженні витрати перериваються дощовим паводком.

Осінній паводок сформований рідинними опадами. Паводок починається 26/IX при витраті 100 м<sup>3</sup>/с. Максимальна витрата спостерігалась 26/X і складала 185 м<sup>3</sup>/с. Паводок закінчується 5/XII при витраті 90.0 м<sup>3</sup>/с.

Зимова межень установлюється у грудні та продовжується до початку підйому повені. У цей період водний режим визначається режимом підземних вод і льодовим режимом. На початку року витрати незначно змінюються. Мінімальні витрати зимової межені досягають 68.3 м<sup>3</sup>/с – 10/XII. Початок року характеризується сталим льодоставом. З переходом температури повітря через 0 °С до позитивних значень починається процес руйнування льоду. Супроводжується він весняним льодоходом тривалістю 10 діб від 21/III до 31/III. У кінці року льодові явища подані заберегами, шугоходом і льодоставом. Загальна тривалість льодоставу 87 діб. Через несталий температурний режим витрати в кінці року значно змінюються.

Кількісна оцінка джерел живлення у загальному стоці річки здійснюється розчленуванням гідрографа за методом зрізки. Виділення на гідрографі окремих складників виконують так:

**1.** Підземний стік  $W_{\text{підз}}$  виділяють, з'єднуючи горизонтальною лінією точки найменших витрат, які спостерігалися наприкінці зими та перед початком



осіннього паводка.

2. Поверхневий стік  $W_{пов}$  визначається графоаналітично за формулою

$$W_{нов} = C N,$$

де  $C$  – ціна поділки розрахункової клітки палетки у масштабі робочого графіка;  $N = N_1 + N_2$  - кількість кліток у фігурах весняної повені  $N_1$  та осіннього паводка  $N_2$ .

$$C = 0.5 \text{ см} \times 0.5 \text{ см} = 50 \times 5 \cdot 86400 = 21.6 \cdot 10^6 \text{ м}^3,$$

$$N_1 = 187, \quad N_2 = 21, \quad N = 208,$$

$$W_{нов} = 21.6 \cdot 10^6 \times 208 = 4490 \cdot 10^6 \text{ м}^3,$$

3. Об'єм річного стоку

$$W_p = \bar{Q}_p \cdot T,$$

де  $\bar{Q}_p$  - середньорічна витрата води;  $T$  – кількість секунд у році,

$$T = 31.54 \cdot 10^6 \text{ с.} \quad \bar{Q}_p = 269 \text{ м}^3/\text{с.}$$

$$W_p = 269 \cdot 31.54 \cdot 10^6 = 8480 \cdot 10^6 \text{ м}^3.$$

4. Об'єм підземного стоку

$$W_{підз} = W_p - W_{нов} = 3990 \cdot 10^6 \text{ м}^3.$$

У відсотках від об'єму стоку за рік.

$$W_{нов} = \frac{4490 \cdot 10^6}{8480 \cdot 10^6} \cdot 100 = 53\% ,$$

$$W_{підз} = 100 - 53 = 47\% .$$

Аналіз одержаних даних дозволяє зробити висновок про те, що у живленні річки переважає поверхневе живлення – снігове та дощове.

Частка поверхневого стоку від загального об'єму стоку за рік дорівнює 53 %, частка підземного – 47 %.

5. Основні характеристики стоку для р.Десна – м.Чернігів у 1986 р. обчислюються за формулами (2.1 - 2.3).

1.Об'єм стоку за рік

$$W_p = \bar{Q}_p T = 269 \cdot 31.54 \cdot 10^6 = 8480 \cdot 10^6 \text{ м}^3.$$

2.Середньорічний модуль стоку

$$q = \frac{\bar{Q}_p \cdot 10^3}{F} = \frac{269 \cdot 10^3}{81400} = 3.30 \text{ л/(с} \cdot \text{км}^2\text{)}.$$

3.Шар річного стоку

$$Y_p = \frac{W_p}{F \cdot 10^3} = \frac{8480 \cdot 10^6}{81400 \cdot 10^3} = 104 \text{ мм},$$

де F- площа водозбору, F=81400 км<sup>2</sup>.

### Контрольні питання

1. Що таке модуль стоку і як його визначити?
2. Які існують фази водного режиму і як вони формуються?
3. Що називається стоком?

### Практичне завдання:

1. По наданому прикладу побудувати комплексний графік гідрометеорологічних спостережень; дослідити вплив основних фізико-географічних чинників на водний режим річки, виконати вибірку характерних витрат і дат для основних фаз водного режиму; виконати розчленування гідрографа методом прямого зрізання та зробити кількісну оцінку частки різних складників живлення річки графоаналітичним способом; обчислити основні характеристики стоку.
2. Практична робота складається з теоретичної (див. стор. 12-17) і практичної (див. стор. 19-24) частин

### Література

- 1.Чеботарев А.И.Общая гидрология.–Л.:Гидрометеиздат,1975.-544с.
- 2.Гопченко Є.Д., Гушля О.В. Гідрологія з основами водних меліорацій. – К.:1994.– 196с.
- 3.Лучшева А.А. Практическая гидрология, - Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 440с.

Збірник методичних вказівок  
до практичних робіт з дисципліни  
"Гідрологія (суші)"

Укладачі: к.геогр.н., доц. Бурлуцька М.Е.  
к.геогр.н . Ша менкова О.І

Підп. до друку  
Умовн. друк. арк.

Формат 60×84/16  
Тираж

Папір офс.  
Зам. №

Надруковано з готових оригінал – макетів

---

Одеський державний екологічний університет  
65015, Одеса, вул. Львівська, 15

---

