МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з навчальної дисципліні
«ГІДРОЛОГІЯ (СУШІ ТА ОКЕАНУ)»
(розділ гідрологія суші)

для студентів III курсу заочної форми навчання
спеціальності 101 «Екологія»

Затверджено
на засіданні групи забезпечення спеціальності
Протокол № 5 від «23» 02. 2024р.
Голова групи _____ Чугай А.В.

Затверджено
на засіданні кафедри _Гідрології суші__
Протокол № 11 від «02» лютого 2024р_.
Завідувач кафедри __ ____ __ Овчарук В.А.

Одеса 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з навчальної дисципліні
«ГІДРОЛОГІЯ (СУШІ ТА ОКЕАНУ)»
(розділ гідрологія суші**)**

для студентів ІІІ курсу заочної форми навчання
спеціальності 101 «Екологія»

Затверджено
на засіданні групи
забезпечення спеціальності
Протокол № _5__
від «_03_»___02__2024р.

Одеса – 2024

Методичні вказівки до практичних занять з навчальної дисципліни «Гідрологія (суші та океану)» (розділ гідрологія суші) для студентів ІІІ курсу заочної форми навчання, рівень вищої освіти бакалавр /канд. геогр. н-к, доц. Бурлуцька М.Е.---- Одеса, ОДЕКУ, 2024р.- с.31

ЗМІСТ

Вступ …….. 5
1. Визначення гідрографічних характеристик річок та водозборів .. . 8
1.1 Визначення гідрографічних характеристик водотоків(річок) …. 8
1.1.1 Довжина водотоку…… 9
1.1.2 Середній ухил річки……. 10
1.1.3 Гідрографічна звивистість річки …… 10
1.2.Визначення гідрографічних характеристик водозборів ……. 10
1.2.1 Площа водозбору ……. 11
1.2.2 Густота річкової мережі…….. 11
1.3 Приклад розрахунку ……... 12
Контрольні запитання ……..... 18
Література……. 18
2. Фази водного режиму …… 19
2.1 Характеристики річкового стоку …….. 19
2.2 Чинники формування стоку ……... 20
2.3. Водний режим річок і його фази …….. 22
2.3.1 Гідрограф стоку та його розчленування…… 24
2.3.2 Побудова комплексного графіку……..... 24
2.4 Приклад розрахунку…… 26
Контрольні запитання ……... 30
Література……. 31

ВСТУП

Мета методичних вказівок – допомогти студентам заочної форми навчання виробити практичні навички до самостійної роботи при вивченні курсу «Гідрологія(суші та океану», **розділ «гідрологія суші»** .

За допомогою методичних вказівок студенти набувають знання та практичні навички при визначенні гідрографічних характеристик водотоків і водозборів, вивчення гідрологічного режиму річок , визначення чинників, які впливають на формування стоку річок та вміння розраховувати характеристики річкового стоку. Ці знання та навички будуть необхідні при подальшому вивченні дисциплін, пов'язаних з дослідженням природних вод, їх властивостей та загальної закономірності гідрологічних процесів та явищ у взаємозв'язку з процесами в атмосфері, літосфері та біосфері.

Компетентність, Практична робота студента є основним засобом набуття певних компетенцій у час практичних, аудиторних та дистанційних занять. Здатність використовувати знання з гідрології при розв'язанні задач використання поверхневих та підземних вод, у водному транспорті, меліорації.

Задача методичних вказівок:

- закріплення студентами знань, отриманих при вивченні теоретичних розділів «Морфометричні характеристики річок», «Річковий басейн» та «Водний режим річок та його фази»;
- вироблення практичних навичок при визначенні морфометричних характеристик водотоків та водозборів, при розчленуванні гідрографа;
- отримання практичних знань, які стосуються визначення основних гідрографічних характеристик водотоків та основних характеристик водозборів, характеристик річкового стоку, фаз водного режиму;

Результат навчання - базові знання з гідрології про фізичні основи гідрологічних явищ та процесів, умови формування природних вод, водний режим та водний баланс річкових басейнів.

Вміти:

- володіти методами вивчення водних об'єктів;
- визначати структуру річкової та будувати схему її приток;
- характеризувати морфометричні та фізико-географічні ознаки річкового басейну;
- розрахувати гідрографічні характеристики річки та річкового басейну;

- визначити параметри водного режиму річки та розрахувати кількісні характеристики стоку води: об'єм, шар, модуль, коефіцієнт стоку.

Методичні вказівки складаються, згідно з силлабусом, з одної практичної роботи, яка поділяється на два розділи:

1.«Визначення гідрографічних характеристик річок та водозборів». До першого розділу входить два завдання :

- визначення гідрографічних характеристик річок: довжина, середній ухил, звивистість
- визначення гідрографічних характеристик водозборів: площа, середня висота, густота річкової мережі.

2. «Фази водного режиму»

До другої входить розділу три завдання :

- побудова комплексного графіка гідрометеорологічних елементів
- розчленування гідрографу
- розрахунок складових річкового стоку

Перед виконанням завдання студенти повинні ознайомитись з теоретичною частиною кожного завдання. Навчально-методичні матеріали освітньої компоненти «Гідрологія (суші та океану),розділ (гідрологія суші)» для дистанційної форми навчання розміщені на сайті кафедри гідрології суші у системі Е-навчання ОДЕКУ за посиланням http://dpt07s.odeku.edu.ua/course/view.php?id=15

Практична робота складається з теоретичної і практичної частини:

1. В теоретичній частині **першого розділу** надаються теоретичні положення по визначенню гідрографічних характеристик водотоків та водозборів. В теоретичній частині **другого розділу** розглядаються теоретичні положення характеристик річного стоку, чинників формування стоку, фаз водного режиму та розчленування гідрографу.
2. В практичній частині **першого розділу** необхідно визначити довжину річки та її приток, розрахувати середній ухил річки та коефіцієнт звивистості, обчисліть площу водозбору розрахункової річки. В практичній частині **другого розділу** необхідно 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, обчислити основні характеристики стоку, виконати оцінку частки складників живлення річки та проаналізувати комплексний графік

Закінчуються завдання звітом. Після закінчення кожної частини практичної роботи студенти повинні відповісти на питання, які наведені у кінці завдань. Вихідні данні для розрахунків студентами дистанційної форми навчання розміщені на сайті кафедри гідрології суші у системі Е-навчання ОДЕКУ за посиланням

http://dpt07s.odeku.edu.ua/mod/resource/view.php?id=2984&forceview=1

При представлені звіту оцінювання виконується згідно з силлабусом, який представлений в репозитарії http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/9642/ .

1. Визначення гідрографічних характеристик річок та водозборів

Загальні теоретичні положення. Гідрографічні характеристики – це сукупність морфометричних та морфологічних характеристик.

До мофометричних характеристик відносяться кількісні показники водних об'єктів та їх водозборів.

Морфометричні характеристики поділяються на такі групи:

- морфометричні характеристики водотоків: довжина, середній уклон, звивистість;
- морфометричні характеристики водозборів: площа, середня висота, густота річкової мережі.

Морфологічні характеристики водозборів – якісно-кількісні показники, які характеризують особливості будови водозборів. До них відносяться озерність, заболоченість, розораність, лісистість, закарстованість, характер ґрунтів.

Гідрографічні характеристики визначаються за топографічними картами масштабу 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000.

Границі водозборів. Перед визначенням гідрографічних характеристик водотоків та водозбору, необхідно провести границю водозбору (вододільну лінію). Вона визначається за рельєфом місце і проходить по найвищих точках водозбору, враховуючи горизонталі, напрямок течії річок.

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

Границі водозборів наносяться на карту у вигляді червоної пунктирної лінії.

1.1 Визначення гідрографічних характеристик водотоків (річок)

Річка – це водотік значних розмірів, що живиться атмосферними опадами зі свого водозбору та має чітко виявлене русло. Залежно від умов формування режиму вирізняють річки рівнинні, гірські, озерні, болотні, карстові, а залежно від розміру – великі, середні та малі.

Річка, яка вбирає в себе інші водні потоки (річки) та впадає в море або озеро, називається головною річкою, а річки, що впадають у неї, називаються притоками.

Сукупність річок, які зливаються разом і виносять свої води у вигляді єдиного потоку у море або океан, називається **річковою системою**. Річкова система складається з головної річки та приток.

1.1.1. 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 другу річку, озеро (водосховище) або море.

Довжиною річки називається відстань між витоком і гирлом, виміряна (в км) за картою великого масштабу за допомогою курвиметру 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 по формулі:

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

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

Δl –поправка курвиметра;

m – одна визначка курвиметра в масштабі карти.

Загальна нев′язка довжини річки ΔL, знаходиться

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

де l_i – довжина ділянок річки;

L – довжина річки.

Поправка на довжину ділянки Δl_i обчислюється на одиницю довжини і вводиться пропорційно довжині ділянки

$$\Delta l = \frac{\Delta L\, l_i}{L} \qquad (1.3)$$

1.1.2 Середній ухил річки

Повздовжній профіль річки характеризує зміну схилів поверхні води за течією річки. Різниця відміток висот (Δh) верхів'я h_1 та гирла h_2 називається падінням. Відношення Δh до довжини річки називається ухилом річки. Розраховується ухил за формулою:

$$I_p=(h_1 - h_2)/L=\Delta h/L \ , \qquad (1.4)$$

де Δh – падіння річки, м;
L – довжина річки, км.

Ухил річки обчислюється в проміле (‰).

1.1.3 Гідрографічна звивистість річки

Річки в плані завжди мають звивисте окреслення. Звивистість залежить від місцевості, по який протікає ріка, стійкості гірських порід та ґрунтів, що становлять долину та русло, від розливу та динамічних явищ потоку.

Звивистість річки характеризується коефіцієнтом звивистості ($К_з$), який становить відношення довжини ділянки річки $L_д$, виміряної по карті до довжини прямої L, що з′єднує початок та кінець ділянки

$$К_з \ = \ L_д/L, \qquad (1.5)$$

де $К_з \geq 1$.

1.2 Визначення гідрографічних характеристик водозборів

Річковий басейн – територія земної поверхні та товща ґрунтів і гірських порід, звідки дана річкова система або річка одержує водне живлення. Басейн має поверхневий та підземний водозбори. Поверхневий водозбір становить собою площу земної поверхні, з якої води надходять в дану річкову систему або окрему річку. Підземний водозбір становить товщу ґрунтів, з яких вода надходить у річкову мережу.

Морфометричні характеристики водозборів

Площа - доля 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.

1.2.1 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 цілих. Площа водозбору

$$F=na^2, \qquad (1.6)$$

де n – кількість кліток палетки;
a – сторона клітки,км.

Всі вимірювання виконують двічі.

1.2.2 Густота річкової мережі

Ступінь насичення території водотоками характеризується коефіцієнтом густоти річкової мережі (p) . Розраховується він, як відношення сумарної довжини всіх водотоків $\sum L_{\text{вод}}$ до площі водозбору F:

$$p=\sum L_{вод}/F. \qquad (1.7)$$

Густота річкової мережі визначається в км/км^2.

1.3 Приклад розрахунку

Визначити: гідрографічні характеристики р.Волганки.
Дано: фрагмент топографічної карти М 1:100000 (рис.1.1).
Потрібно:
1. Зробити аналіз висотних характеристик басейну, визначити на карті положення витоку та гирла, або замикаючого створу р. Волганки.
2. Нанести вододільну лінію та виділити водозбір р. Волганки.
3. Визначити гідрографічні характеристики р. Волганки:
   а) довжину річки та її притоків;
   б) середній уклон річки;

в) звивистість річки.

4. Визначити гідрографічні характеристики водозбору:

а) площу водозбору;

б) густоту річкової мережі

Порядок виконання завдань

1. На фрагменті топографічної карти показано рельєф з горизонталями, проведеними через 50 м. та висотними відмітками. Найвища відмітка у верхів'ях басейну дорівнює 563м.

Річка Волганка має виток на висоті 428м. і впадає в р. Рогозянку. Рельєф території знижується від витоку до гирла і біля с.Підлісне (замикаючий створ) відмітка місцевості дорівнює 287 м, яка визначається інтерполяцією між суміжними горизонталями.

Річкова система представлена на карті головною річкою (р.Волганка) та притолками: зліва – р.Лугова, р.Соснова, справа – р.Тиха, р.Ракітна.

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

2. а) Довжина р.Волганки та її приток вимірюється курвіметром КС (кожний розподіл курвіметра дорівнює 1см, і, відповідно до масштабу карти, перекладається в км) і розраховується за формулою (1.1).

Довжина р.Волганки (головної річки) складає L=21.8 км. Усі виміри (головна річка та її притоки) виконуються у двох напрямках і заносяться у табл. 1.1;

б) відмітка витоку р.Волганки знаходиться шляхом інтерполяції між горизонталями 400 та 450 м і складає 428 м. Відмітка місцевості замикаючого створу (або гирла) знаходиться так само як і відмітка витоку,

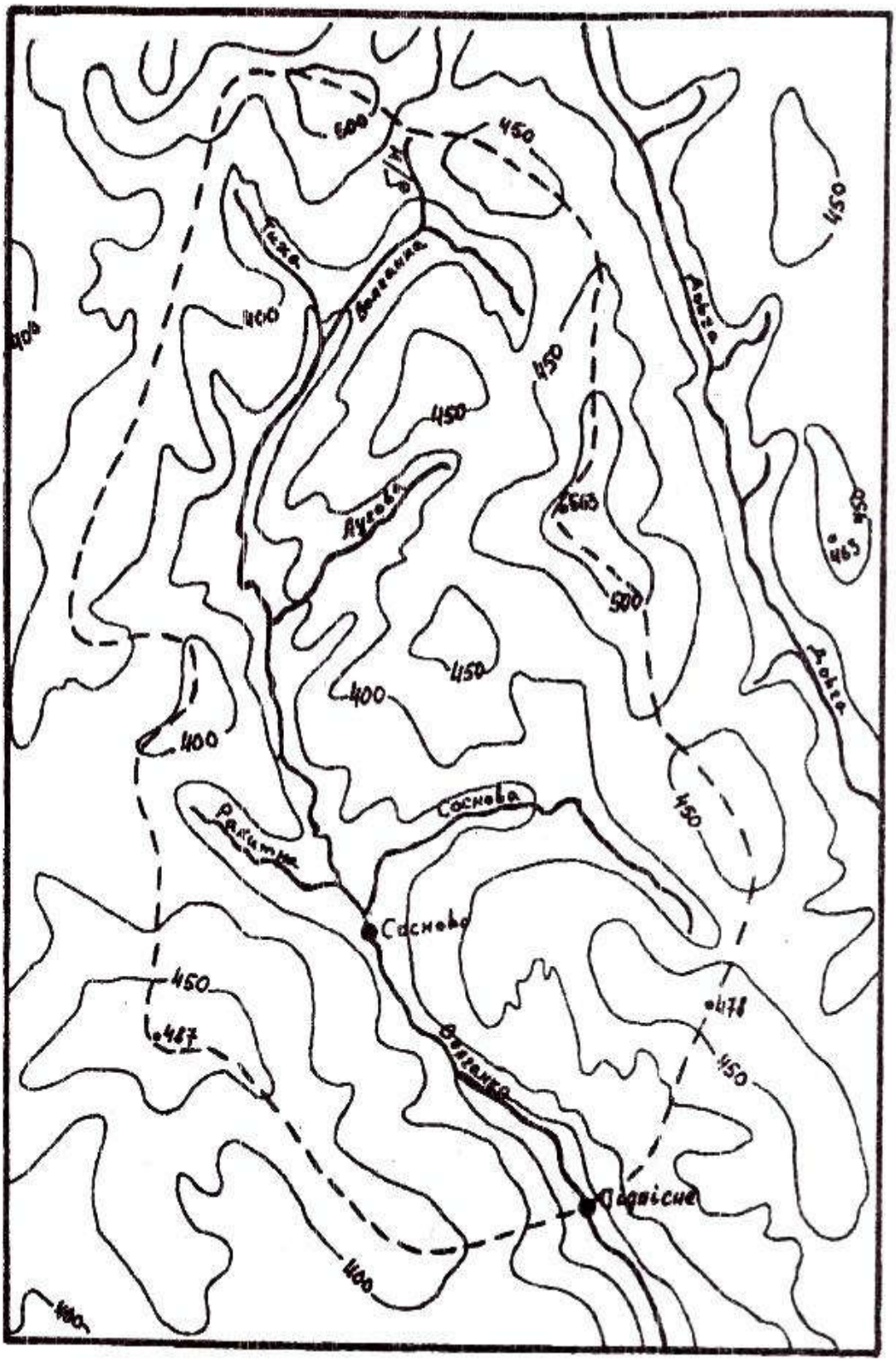


Рисунок 1.1 – Карта водозбору р.Волганки

Таблиця 1.1 – Довжини р. Волганки та її притоків

№ з/п	Границі ділянок	Довжина ділянки річки, см			Поправка до довжини ділянки, см	Виправлена довжина ділянки	
		I вимір	II вимір	Середнє		см	км
1	Виток-с.Підлісне	22.0	21.6	21.8		21.8	21.8
2	р.Тиха	2.9	2.8	2.8		2.8	2.8
3	р.Лугова	4.0	3.9	4.0		4.0	4.0
4	р.Ракітна	2.9	2.9	2.9		2.9	2.9
5	р.Соснова	7.1	7.1	7.1		7.1	7.1

складає 287 м. Падіння річки (різниця відміток верхів'я та гирла) дорівнює 141 м.

Середній ухил, розраховується згідно з (1.4) :

$$I = 141/21.8 = 6.42‰ ;$$

в) звивистість річки має відношення довжини р.Волганки (21.8 км.) до прямої лінії (АВ=15.1 км), яка з'єднує виток та замикаючий створ (гирло), обчислюється за формулою (1.5)

$$К_з = 21.8/15.1 =1.44;$$

3. а) Площа водозбору р.Волганка знаходиться графічним методом за допомогою палетки (міліметрового папіру). Розраховують ціну клітки палетки в масштабі робочої карти. На контур водозбору кладуть палетку (переносять контур водозбору річки на міліметровий папір) і підраховують кількість кліток. Площа водозбору розраховується за (1.6) двічі. Отримані результати переводять у масштаб карти та заносять у табл.1.2;

б) густота річкової мережі розраховується за формулою (1.7) і за допомогою таблиці 1.3

$$р = 38.6/146 =0.26 км/км^2.$$

Робота закінчується пояснювальною запискою, в яку входить обґрунтування методів розрахунку основних гідрографічних характеристик річки та водозбору. Всі таблиці додаються.

Таблиця 1.2. – Площа басейну р.Волганки – с.Підлісне
а=0.04 км^2

Площа І	Кількість кліток в контурі			Виміряна площа, км^2
	І вимір	ІІ вимір	Середнє	
р.Волганка – с.Підлісне	3649	3650	3650	146.0

Таблиця 1.3 – Обчислення густоти річкової мережі

Назва річки	Куди та з якого берега впадає	Довжина річки, км^2	Густота річкової мережі, км/км^2
р. Волганка	с. Підлісне	21.8	0.26
р. Тиха	р. Волганка (п)	2.8	
р. Лугова	р. Волганка (л)	4.0	
р. Ракітна	р. Волганка (л)	2.9	
р. Сосна	р. Волганка (л)	7.1	

$\sum = 38.6$ км

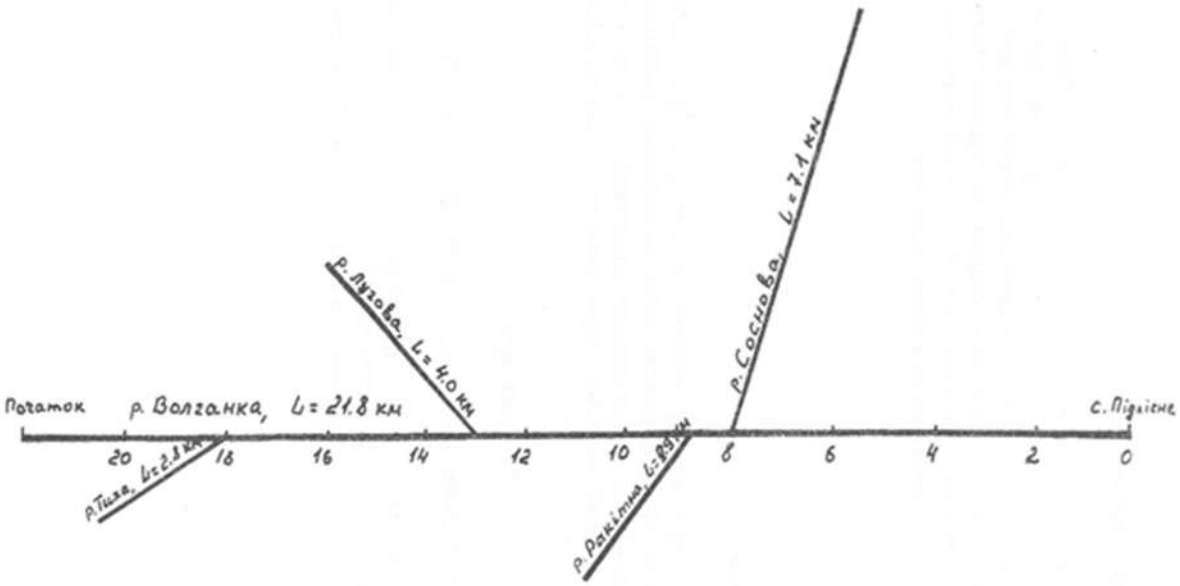


Рисунок 1.2 – Гідрографічна схема р.Волганки- с.Підлісне

Таблиця 1.4 – Довжини р.Волганки та її приток. Поправка курвиметру +0,005 на 1 см.

№ п/п	Границя ділянки	Довжина ділянки, км			Поправка до довжині ділянки, см	Виправлена довжина ділянки,		Гідрографічна довжина ділянок від гирла, км	Гідрографічна довжина ділянок від витоку, км
		I вимір	II вимір	середнє		см	км		
1	Виток-с.Підлісне	22,0	21,6	21,8		21,8	21,8		
2	Виток	3,9	3,8	3,8	0	3,8	3,8	21,8	0,0
3	р.Тиха	5,3	5,1	5,2	0	5,2	5,2	18,0	3,8
4	р.Лугова	4,2	4,2	4,2	0	4,2	4,2	12,8	9,0
5	р.Ракітна	0,9	0,9	0,9	0	0,9	0,9	8,6	13,2
6	р.Соснова	7,5	7,5	7,5	+0,2	7,7	7,7	7,7	14,1
7	с.Підлісне			21,6				0,0	
Виміряна довжина приток									
8	р.Тиха	2,9	2,8	2,8		2,8	2,8		
9	р.Лугова	4,0	3,9	4,0		4,0	4,0		
10	р.Ракітна	2,9	2,9	2,9		2,9	2,9		
11	р.Соснова	7,1	7,1	7,1		7,1	7,1		

Контрольні запитання

1. Що відносять до головних гідрографічних характеристик річок?
2. Надайте повну характеристику річкового басейна.
3. Як визначають границі водозборів?
4. Дайте визначення поняття “річка”?
5. Що відносять до морфометричних характеристики річок?
6. Назвіть основні гідрографічні характеристики водозборів.

Література

1. Гопченко Є.Д., Крес Л.Є., Романчук М.Є. Гідрологія суші. Конспект лекцій. Одеса: “Екологія”, 2008. 193 с.
2. Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни „Гідрологія” для студентів ІІ курсу природоохоронного факультету денної форми навчання за спеціальністю – „Екологія та охорона навколишнього середовища”. /Романчук М.Є. – Одеса, ОДЕКУ, 2006. 27 с
3. Методичні вказівки до навчальної практики з дисципліни "Гідрологія" для студентів ІІ курсу денної форми навчання природоохоронного факультету спеціальність «Екологія та охорона навколишнього середовища» / Укл.: Гопченко Є.Д., Романчук М.Є.– Одеса, ОДЕКУ, 2006. 36с.
4. Хільчесвький В.К., Гребінь В.В., Манукало В.О. Гідрологічний словник. Київ:ДІА, 2022. – 236с.

2. Фази водного режиму

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 матері(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.

2.1. 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 ($м^3/с$).

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 ($м^3$) або кубічних кілометрах ($км^3$).

$$W = QT \tag{2.1}$$

де Q - середня витрата води, $м^3/с$,

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 $км^2$ площі басейну басейну ($л/(с \cdot км^2)$), або в кубічних метрах за секунду з 1 $км^2$ площу басейну ($м^3/(с \cdot км^2)$) - Модуль стоку можна визначити за

формулою:

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

де F - площа басейну, км^2,

10^3 - коефіцієнт розмірності.

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

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

Між модулем q і шаром стоку Y існує співвідношення:

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

Коефіцієнт стоку η - це відношення стоку Y до кількості опадів Х, що випали на площу водозбору та спричиняють виникнення стоку:

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

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

2.2 Чинники формування стоку

Стік річок формується під впливом складної взаємодії фізико-географічних чинників. Ці чинники поділяються на дві групи: кліматичні та чинники підстильної поверхні. До основних кліматичних чинників відносяться атмосферні опади, випаровування, температура повітря та вологість. До чинників підстильної 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 промерзлого ґрунту кількість води, що стікає, більша, ніж від талого, оскільки частка води просочується вглиб талого 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 ін.

Вплив кліматичних чинників на формування стоку річок залежить від чинників підстильної 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 полога 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 мас 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).

2.3 Водний режим річок і його фази

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.**

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

Повінь (водопілля) 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 наводку (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 діб між початком і кінцем повені. Крім того, повінь 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 (одномодальним), дво-, три- та багатопіковим Рівнинні річки мають, як правило, однопіковий гідрограф повені Дво- або трипікова весняна повінь 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 повінь 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 повінь: 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).

2.3.1 Гідрограф стоку та його розчленування

Гідрограф стоку – це хронологічний графік зміни витрат води у певному створі водотоку.

Кількісна оцінка Виділення джерел живлення у загальному стоці річки здійснюється розчленуванням гідрографа. 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 повінню 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 меженного 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.

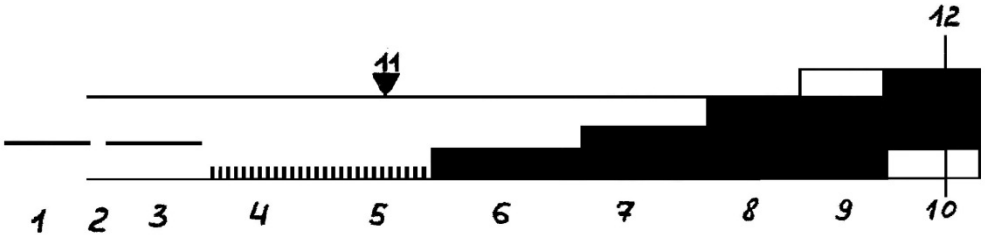
2.3.2 Побудова комплексного графіку

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 “Витрати води” і “Рівні води” та у Метеорологічному щомісячнику – таблиці “Опади, мм, добові данні станцій” та “Температура воздуха, добові данні станцій ”. Льодові явища позначаються так:

э	-	забереги
⎸ʃ (с)	-	закраїни
:	-	сало
× (*)	-	рідкий шугохід
*(ш)	-	середній, густий шугохід
X (<)	-	зажор нижче водпоста
X (>)	-	зажор у створі або вище водпоста
0 (х)	-	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 міліметрового паперу формату

12 (297х420). Горизонтальний часовий масштаб 1 мм – 1 доба. Вертикальний масштаб: для температури 1 мм – 1 ^{o}C, 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 кожну добу, відносячи значення цих елементів на кінець доби (лінія, яка обмежує міліметрову поділку праворуч). При цьому позитивну температуру повітря виділяють червоним кольором, негативну – синім. Рідки 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.

2.4 Приклад розрахунку

Дано: таблиця щодобових витрат води для р. Десна м.Чернігів за 1986р., який характерним для даного створу, таблиця середньодобових температур повітря та таблиця добових сум опадів по метеостанції м.Трубчевськ, яка знаходиться поблизу центра ваги річкового басейну.

Водозбір р.Десна розміщений на західній окраїні Середньо-Російської височини у зоні широколистяних лісів. Коливання висот у межах водозбору складає від 100 до 200 м над рівнем моря. Переважають піщані та глинисто-піщані ґрунти. Площа водозбору 81400 км^2, 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. (рис. 2.1)

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.

На стандартному листі міліметрового паперу 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)

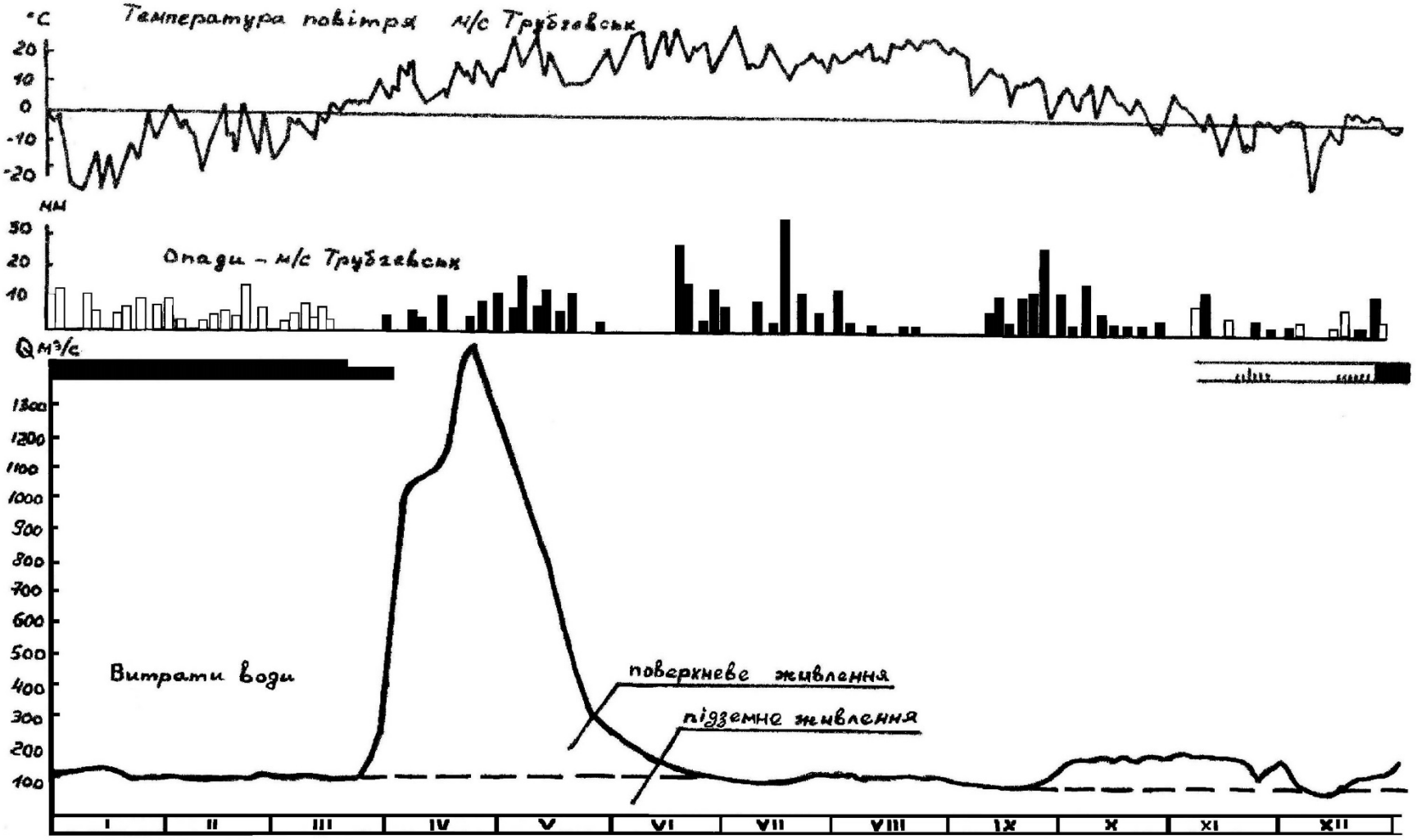


Рисунок 2.1 – Комплексний графік ходу гідрометеорологічних величин р.Десна-м.Чернігів, 1986р.

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 ^{o}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 ^{o}C до негативних температур і, як наслідок, виникнення льодових явищ у вигляді заберегів та шуги. Коливання температур близько 0 ^{o}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 ^{o}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 (меженним) 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.

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 поверхностных 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^3/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^3/с. Тривалість спаду повені становить два місяця. Повінь закінчується 24/VI при витраті 149 м^3/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^3/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^3/с. Максимальна витрата спостерігалась 26/X і складала 185 м^3/с. Паводок закінчується 5/XII при витраті 90.0 м^3/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^3/с – 10/XII. Початок року характеризується сталим льодоставом. З переходом температури повітря через 0 ^{o}C 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 $W_{підз}$ 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

$$W_{пов} = C\,N,$$

де С – 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.

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

$$N_1 = 192, \qquad N_2 = 19, \qquad N = 211,$$

$$W_{пов} = 21.6 \cdot 10^6 \times 211 = 4558 \cdot 10^6\ \text{м}^3,$$

3. Об′єм річного стоку

$$W_р = \overline{Q}_р \cdot T,$$

де $\overline{Q}_р$ - середньорічна витрата води; Т – кількість секунд у році,

$$T = 31.54 \cdot 10^6\ с. \qquad \overline{Q}_р = 269\ \text{м}^3/\text{с}.$$

$$W_р = 269 \cdot 31.54 \cdot 10^6 = 8484 \cdot 10^6\ \text{м}^3.$$

4. Об′єм підземного стоку

$$W_{підз} = W_p - W_{пов} = 8484 \cdot 10^6 - 4558 \cdot 10^6 = 3926 \cdot 10^6 \text{ м}^3.$$

У відсотках від об′єму стоку за рік.

$$W_{пов} = \frac{4558 \cdot 10^6}{8484 \cdot 10^6} \cdot 100 = 54\% ,$$

$$W_{підз} = 100 - 54 = 46\% .$$

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 54 %, частка підземного – 46 %.

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

$$W_p = \overline{Q}_p T = 269 \cdot 31.54 \cdot 10^6 = 8484 \cdot 10^6 \text{ м}^3.$$

2.Середньорічний модуль стоку

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

3.Шар річного стоку

$$У_p = \frac{W_p}{F \cdot 10^3} = \frac{8484 \cdot 10^6}{81400 \cdot 10^3} = 104 \text{ мм},$$

де F - площа водозбору, F=81400 км^2

Контрольні запитання

1. Назвіть одиниці вимірювання стоку.
2. Які існують фази водного режиму і як вони формуються?
3. Дайте визначення поняття „стік”.
4. У чому полягає метод розчленування гідрографа прямою зрізкою?
5. Дайте визначення поняття „водний режим”
6. Назвіть основні джерела живлення річок.
7. Що таке «гідрограф стоку» і як він будується?

Література

1. Гопченко Е.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки: Підручник. Одеса: ТЕС, 2014. 483 с.
2. Методичні вказівки до практичних робіт по дисципліні «Гідрологія (суші та океану)» (Частина «Гідрологія суші») для бакалаврів ІІ курсу денної форми навчання, рівень вищої освіти (молодший бакалавр) /Бурлуцька М.Е. Одеса: ОДЕКУ, 2021. 28 с.
3. Гопченко Є.Д., Гушля О.В. Гідрологія з основами водних меліорацій. Київ: 1994. 196 с.
4. Хільчевський В.К., Гребінь В.В., Манукало В.О. Гідрологічний словник. Київ: ДІА, 2022. – 236с.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ ПО ДИСЦИПЛІНІ

«ГІДРОЛОГІЯ (СУШІ ТА ОКЕАНУ)»

Частина **«Гідрологія суші»**

для студентів ІІІ курсу заочної форми навчання
спеціальності 101 «Екологія»

Укладач: доц. Бурлуцька М.Е.

Підп. до друку Формат 60х84/16
Папір
Умовн. друк. арк. Тираж Зам. №

Надруковано з готового оригінал-макета

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