

Практична робота №5

ТЕМА: КІЛЬКІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДНОГО ПОТОКУ: ВИТРАТИ ВОДИ ТА РІЧКОВИЙ СТІК

МЕТА: навчитися вимірювати і обчислювати кількісні характеристики водного потоку, знати поняття: витрати річки, об'єм стоку, модуль стоку, шар стоку, коефіцієнт стоку, вміти їх визначати.

Теоретичні відомості

Характеристики стоку дають уяву про водність рік. У практиці гідрологічних розрахунків для кількісного оцінювання стоку річок застосовують такі характеристики: витрата води, об'єм стоку, модуль стоку, шар стоку, модульний коефіцієнт, коефіцієнт стоку, норма стоку.

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.

Витратою води називають кількість води, що протікає через поперечний (водний) переріз річки за одну секунду. Витрата води характеризує водність ріки у певний момент часу. Її позначають через Q і виражають у $\text{м}^3/\text{с}$, а при малих її значеннях – у $\text{л}/\text{с}$. Середні значення витрат за добу, декаду, місяць, сезон, рік та багато років також виражають у $\text{м}^3/\text{с}$ або $\text{л}/\text{с}$.

Обчислити витрати річки Q , $\text{м}^3/\text{с}$, на основі власних спостережень, можна за формулою:

$$Q = V_{\text{ср}} \cdot s \quad (5.1)$$

де $V_{\text{ср}}$ – середня швидкість потоку, $\text{м}^2/\text{с}$; s – площа «живої» течії, м^2 .

Об'єм стоку (W) – кількість води, що протекла через даний переріз річки за даний проміжок часу (рік, сезон, місяць, декаду, добу). Його визначають за формулою:

$$W = Q \cdot T, \quad (5.2)$$

де Q – середня витрата води за прийнятий період, $\text{м}^3/\text{с}$; T – кількість секунд в періоді. Залежно від тривалості періоду і водності річки об'єм стоку виражають у м^3 , млн.м^3 або км^3 .

Модуль стоку – кількість води в літрах, що стікає за одну секунду з одиниці площі водозбору (інколи л/с з 1 га; для максимальної витрати в м³/с з 1 км²). Модуль стоку визначається за формулою:

$$M = \frac{Q}{F} \cdot 10^3,$$

де F – площа водозбірного басейну.

Модуль стоку, як і витрата, може бути середнім за добу, декаду, місяць, рік, багато років, а також за паводок, повінь та межень.

Висота шару стоку (шар стоку) – висота шару води у міліметрах, яка рівномірно розподілена по площі водозбору і стікає з нього за певний проміжок часу. Шар стоку S за будь-який період визначають діленням об'єму стоку на площу водозбору:

$$S = \frac{W}{F \cdot 10^3}$$

Між шаром і модулем стоку існує залежність:

$$S = 31.56 M \quad (5.5)$$

Норма стоку – середня величина стоку за тривалий період (багаторічний).

Коефіцієнт стоку (K) – величина, що показує, яка частина опадів припадає на стік:

$$K_{\text{рік}} = \frac{S}{P} \cdot 100\%, \quad (5.6)$$

де P – кількість опадів на водозборі за рік.

Із карти опадів визначити середньорічну кількість опадів для басейну даної річки.

Модульний коефіцієнт (K_i) – відношення величини стоку за будь-який період до середнього багаторічного його значення за той же період:

$$K_i = \frac{Q_i}{Q_0} = \frac{W_i}{W_0} = \frac{M_i}{M_0} = \frac{Y_i}{Y_0}, \quad (5.7)$$

де Q_i, W_i, M_i, S_i – характеристики стоку за прийнятий період;

Q₀, W₀, M₀, S₀ – середнє багаторічне значення характеристик стоку за той же період.

Річковий стік формується під впливом чималої кількості різних чинників, які можна поділити на кліматичні та інші фізико-географічні. Особливу групу становлять чинники, спричинені з господарською діяльністю людини.

Головними кліматичними чинниками стоку є опади, випаровування, температура, вологість і дефіцит вологості повітря, вітер. З перелічених чинників найважливішими вважають опади і випаровування, що безпосередньо впливають на стік. Наприклад, за наявності опадів, однак за інтенсивного випаровування стік буде незначним. Якщо ж опади великі, а випаровування мале, то стік буде значним. Температура, вологість повітря і вітер впливають на умови випадання опадів, стан поверхні ґрунту, дефіцит вологості повітря і величину випаровування, впливаючи, таким чином, опосередковано на річковий стік.

Інші фізико-географічні чинники – геологічна будова, рельєф, ґрунти, рослинність, озерність, заболоченість, величина та форма басейну – деякою мірою безпосередньо впливають на стік. Найчастіше вони чинять вплив на кліматичні чинники і на величину втрат стоку.

Геологічні умови річкового басейну визначають можливість накопичення й витрачання підземних вод, що живлять річки. Пористі та шпаруваті гірські породи акумулюють воду, що надходить, і сприяють живленню річок. Величина стоку річкового басейну, сформованого такими породами, більша порівняно зі стоком річки, басейн якої складений водонепроникними породами. Значний вплив на стік має карст, який створює своєрідний комплекс форм рельєфу (вирви, улоговини, провалини тощо.) унаслідок дії води на легкорозчинні гірські породи. Вплив карсту на річковий стік при різному характері водообміну може бути негативним (у зоні поглинання стоку) і позитивним (у зоні розвантаження стоку) порівняно зі стоком річок незакаретованих басейнів цієї ж зони.

Вплив **рельєфу** на стік річок досить різноманітний. Дуже розчленований рельєф сприяє інтенсивному розвитку поверхневого стоку. При рівнинному, малорозчленованому рельєфі стік атмосферних опадів на схилах відбувається сповільнено, збільшується його інфільтрація у ґрунт та витрати на випаровування. Унаслідок цього поверхневий стік зменшується, а підземний –

збільшується. Рельєф значною мірою впливає і на опади. У випадку збільшення висоти басейну зростає кількість опадів і знижується температура повітря, унаслідок чого зменшується випаровування і, відповідно, збільшується стік.

Вплив *грунту* відбивається на величині стоку через величину випаровування. Піщані ґрунти зазвичай зменшують поверхневий стік і менше випаровують вологи порівняно з малопроникними вологомісткими ґрунтами (глиною, суглинком, торфом тощо) та збільшують підземний стік. На малопроникних ґрунтах, навпаки, у зв'язку з малою інфільтрацією поверхневий стік збільшується, а підземний – зменшується. Наприклад, інтенсивність інфільтрації суглинкових і глинистих ґрунтів у 5-10 разів менша, ніж піщаних та супіщаних. Мерзлі ґрунти незалежно від їхньої будови і типу стають водонепроникними і тому збільшують поверхневий стік.

Рослинний покрив створює додаткову шорсткість для схилового стоку і тому зменшує швидкість стікання води і збільшує інфільтрацію води в ґрунт, тобто сприяє зниженню поверхневого та підвищенню підземного стоку.

Вплив лісу на річковий стік різний на великих і малих річках. На малих річках з неглибоким врізом русла під впливом інфільтраційної спроможності лісових ґрунтів відбувається переведення частини поверхневого стоку в підземний, який виклинюється у руслах великих річок, часто за межами даного басейну. Це спричиняє зменшення стоку малих річок. Вплив лісу на стік великих та середніх річок, які цілковито дренують підземні води, ще недостатньо вивчено. Вважають, що він неоднозначний і залежить від кліматичних умов зони. Наприклад, за Д.Л. Соколовським, у надмірно зволжених районах ліс зменшує, а в посушливих – збільшує річковий стік.

Озера є природними регуляторами поверхневого стоку. За рахунок акумуляції частини об'ємів повеней і паводків вони знижують максимальні витрати, віддають значну кількість води річкам у період межені і зменшують річковий стік унаслідок значно більшого випаровування з водної поверхні порівняно з випаровуванням з поверхні суші. У різних кліматичних зонах

різниця у випаровуванні з озер і суші буде різною і зростатиме у напрямі з півночі на південь.

Вплив *боліт* на річковий стік може бути як позитивним, так і негативним. Дослідами встановлено, що в районах достатнього зволоження болота не знижують загальної величини річкового стоку, а в зоні надмірного зволоження навіть дещо збільшують її. Тим часом в умовах недостатнього зволоження за рахунок підвищеного випаровування порівняно з випаровуванням з суші болота зменшують річковий стік.

Площа водозбору є опосередкованим показником глибини ерозійного врізу русла. Тому чим більший вріз русла, тим більшу кількість водоносних горизонтів розкриває річка і тим більшим стає її підземний стік. У зв'язку з тим стік малих річок менший, ніж великих і середніх, на величину певної частки підземного живлення, яку не дренують малі річкові басейни. Зв'язок річкового стоку з величиною площі водозбору спостерігається на річках, що деякою мірою дренують підземні води. У посушливих степових і напівпустинних площа водозбору та глибина ерозійного врізу русла не мають значного впливу на зміну величини стоку завдяки незначному ґрунтовому живленню річок або його цілковитій відсутності. Більше того, наявність тут плоского рельєфу та безстічних площ сприяє навіть зменшенню стоку зі збільшенням площі басейну. Форма басейну також впливає на річковий стік. Чим вужчий басейн, тим коротший шлях добігання води від вододілу до русла, менші втрати стоку на інфільтрацію у ґрунт і більший поверхневий стік.

Господарська діяльність людини на водозборах і в руслах річок спричиняє зменшення або збільшення стоку, до зміни його внутрішнього розподілу. Такі агротехнічні заходи, як глибока і зяблева оранки поперек схилу, снігозатримання, сприяють збільшенню шпаруватості та проникності ґрунтів і посиленню інфільтрації талих і дощових вод, затриманню поверхневого стоку на полях і зниженню його величини зі схилів. Під впливом агротехнічних заходів особливо значне зменшення поверхневого стоку спостерігається у степових районах.

Будівництво водосховищ і ставків, регулювання ними стоку, спорудження каналів для переміщення води з одних річок в інші, використання води для зрошування й обводнення, осушення території, скид в річки промислових, шахтних і побутових вод значно змінюють гідрологічний режим річок. Водосховища і ставки збільшують площу водного дзеркала і тим самим знижують (як і озера) стік річок унаслідок більшого випаровування з водної поверхні. Дослідженнями встановлено, що на значній частині території України зменшення стоку малих і навіть середніх річок за рахунок ставків і зрошування полів сягає в середньому 5-25 %.

У Донбасі, Криворіжжі та в деяких промислових районах спостерігається певне збільшення стоку окремих річок за рахунок скидів у них шахтних, промислових і побутових вод.

Завдання:

1. Використовуючи дані таблиці 5.1 та формули 5.1-5.6., визначите наступні показники для перерахованих річок:
 - 1.1. Об'єм стоку (в мільйонах м^3 або км^3).
 - 1.2. Модуль стоку.
 - 1.3. Шар стоку.
 - 1.4. Коефіцієнт стоку.
2. Побудуйте діаграми річкового стоку адміністративних областей України. Для побудови діаграм використайте дані таблиці 4.2, відклавши по вертикалі (у масштабі 1 см – 5 км^3) – середні багаторічні значення витрати води. Зробіть короткий письмовий аналіз діаграм.
3. Побудуйте діаграми водності основних річок України. Для побудови діаграм викорисовуйте дані таблиці 5.3, відклавши по вертикалі (у масштабі 1 см – 5 $\text{м}^3/\text{с}$) – середні багаторічні значення витрати води. Зробіть короткий письмовий аналіз діаграм.

Таблиця 5.1

Дані для виконання обчислювальних робіт кількісних характеристик річки

Назва річки, створ.	Площа водозбору, км ²	Середня швидкість потоку, м/с	Ширина, м	Максимальна глибина, м	Середня кількість опадів, мм
Дніпро, м. Київ	300000	0,3	270	21	600
Дніпро, гирло	504000	0,3	550	30	600
Дністер, гирло	72100	0,3	166	9	500
Дунай, с. Вилково	1870000	0,4	800	42	650
Псел, м. Суми	22800	0,2	80	6	550
Тиса, гирло	157000	0,5	70	9	700

Таблиця 5.2

Річковий стік адміністративних областей України (за багаторічний період)

Адміністративна область	Площа території, тис км ²	Середні багаторічні значення річкового стоку	
		м /сек	км
АР Крим	27,0	29,0	0,91
Вінницька	26,5	349	11,0
Волинська	20,2	128	4,05
Дніпропетровська	31,9	1681	53,0
Донецька	26,5	140	4,40
Житомирська	29,9	118	3,71
Закарпатська	12,8	421	13,3
Запорізька	27,2	1680	53,0
Івано-Франківська	13,9	298	9,40
Київська	28,9	1473	46,4
Кіровоградська	24,6	1590	50,2
Луганська	26,7	161	5,09
Львівська	21,8	176	5,55
Миколаївська	24,6	127	4,00
Одеська	33,3	409	12,5
Полтавська	28,8	1632	51,5
Рівненська	20,1	222	7,00
Сумська	23,8	184	5,79
Тернопільська	13,8	230	7,26
Харківська	31,4	108	3,41
Херсонська	28,5	1728	54,4
Хмельницька	20,6	312	9,82
Черкаська	20,9	1503	47,4
Чернівецька	8,1	321	10,1
Чернігівська	31,9	938	29,57

Таблиця 5.3

Водний стік основних річкових басейнів України (за багаторічний період)

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