

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування

Кафедра геології та гідрології

01-05-200М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни
«ВОДНОБАЛАНСОВІ РОЗРАХУНКИ»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
усіх освітньо-професійних програм спеціальностей НУВГП
денної і заочної форм навчання

Схвалено науково-методичною
радою НУВГП
Протокол № 1 від 18.01.2023 р.

Рівне – 2023

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Воднобалансові розрахунки» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня усіх освітньо-професійних програм спеціальностей НУВГП денної і заочної форм навчання [Електронне видання] / Холоденко В. С. – Рівне : НУВГП, 2023. – 45 с.

Укладач: Холоденко В. С., к.геогр.н., доцент кафедри геології та гідрології.

Відповідальний за випуск: Мельничук В. Г., доктор геологічних наук, професор, в. о. завідувача кафедри геології та гідрології.

Секретар науково-методичної
ради НУВГП

Костюкова Т. А.

© В. С. Холоденко, 2023
© НУВГП, 2023

Вступ.....	4
1. Розрахунок основних воднобалансових характеристик водозборів для конкретного річкового басейну.....	5
2. Методи обчислення середніх по басейну опадів	13
3. Обчислення запасів води в снігу на водозборі	18
4. Складання місячних, сезонних та річних водних балансів для басейну річки України за багаторічний період	20
5. Розрахунок водного балансу водосховища.....	25
6. Розрахунок середнього багаторічного водного балансу басейну річки.....	31
7. Розрахунок водного балансу ґрунтових вод.....	33
Додатки.....	36
Питання гарантованого рівня знань.....	42
Рекомендована та базова література	44
Допоміжна література.....	44
Інформаційні ресурси.....	45

Вступ

Методичні вказівки призначені для виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «**Воднобалансові розрахунки**».

Методичні вказівки для виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Воднобалансові розрахунки» складені відповідно до робочої програми (01-05-66) охоплюють всі змістові модулі з кількістю 3 кредитів, передбачених блоком вибіркового дисциплін.

Навчальна дисципліна «Воднобалансові розрахунки» належить до складової частини циклу вибіркового дисциплін для підготовки бакалаврів за всіма спеціальностями НУВГП, що викладається, відповідно, на 2-4 курсах у 3-8-му семестрах в обсязі 90 годин (16 годин – лекції, 14 годин – практичні, 60 годин – самостійна робота). Закінчується — заліком.

Сучасний ринок праці вимагає від фахівців глибоких теоретичних знань та професійно-практичних компетентностей з воднобалансових розрахунків, тому важливою частиною у підготовці майбутнього бакалавра різних спеціальностей з водних напрямків є вивчення навчальної дисципліни «Воднобалансові розрахунки».

Метою викладання навчальної дисципліни «Воднобалансові розрахунки» є надбання майбутніми фахівцями теоретичних та практичних знань та навичок з воднобалансових розрахунків; способів визначення основних воднобалансових характеристик водотоків та водойм; навчити студентів знаходити, узагальнювати та використовувати воднобалансову інформацію; застосовувати вивчені методи розрахунку на практиці, а також аналізувати та оцінювати отримувані результати.

Здобувачі вищої освіти будуть мати можливість опанувати наступні рівні компетентності:

- проводити воднобалансові розрахунки річкових басейнів, озер, водосховищ, ставків, боліт, ґрунтів, сільськогосподарських полів, зрошувальних та осушувальних земель, підземних вод, адміністративних одиниць, інших територій, морів, океанів, окремих континентів, атмосфери, Землі в цілому;

- на основі наявності гідрологічної інформації та нормативних документів за допомогою відповідних методик визначити основні воднобалансові показники;
- складати програму робіт з річковим стоком і організувати проведення водно-балансових спостережень на водних об'єктах;
- знаходити та використовувати необхідну інформацію у виданнях Водного кадастру та нормативних документах;
- проявляти творчий пошук та знання при прогнозуванні процесів, які можуть виникнути після впливу антропогенної діяльності людини на водний баланс території.

Методичні вказівки покликані допомогти студентам у виконанні практичних робіт з навчальної дисципліни «Воднобалансові розрахунки», вони містять теоретичний матеріал змістового модуля, методику виконання практичних робіт, завдання, питання гарантованого рівня знань, рекомендовану, базову та допоміжну літературу.

Уважне вивчення наведеної інформації і схем, опрацювання питань гарантованого рівня знань допоможуть студентам успішно справитися з завданнями, складанням заліку з навчальної дисципліни.

1. Розрахунок основних воднобалансових характеристик водозборів для конкретного річкового басейну

Метою є: 1. Ознайомлення з основними водно балансовими характеристиками водозборів річкового басейну. 2. Розрахунок основних воднобалансових характеристик водозборів для конкретного річкового басейну.

Завдання. 1. Розрахувати основні воднобалансові характеристики водозбору для конкретного річкового басейну у графі 5, таблиці 1.1, використовуючи вихідні дані таблиці 1.1 та текстовий матеріал згідно варіанту.

Методика виконання. Основними воднобалансовими характеристиками водозборів для конкретного річкового басейну є всі складові *прихідної частини* балансу (опади, притік річкових (поверхневий) і підземних вод та ін.), *витратної*

(випаровування, відтік води, транспірація рослинами, зміна запасів води на поверхні річкового басейну, зміна запасів води в снігу, зміна запасів води озерах і водосховищах, зміна запасів води у болотах, зміна запасів води в русловій мережі, зміна запасів води в ґрунті, зміна запасів підземних вод).

Опади у басейні річки визначають за допомогою приладів – опадомір Трет'якова, плювіографа, опадомірного стакана або розрахунковим способом, за картами. У роботі розрахунок опадів проводимо за допомогою довідкових даних з клімату України (рис. 1.1).

Притік річкових поверхневих вод до басейну проводимо за допомогою рис. 1.2 та формули 1.1, 1.2.

Розрахунок середньобаторічного стоку (норми стоку) для басейну річки проводимо за формулою:

$$Q_0 = \frac{M_0 \cdot F}{10^3}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (1.1)$$

де F – площа водозбору річки, км²; M_0 – середньобаторічний модуль стоку, (л/(с·км²)), визначаємо за рис. 1.2.

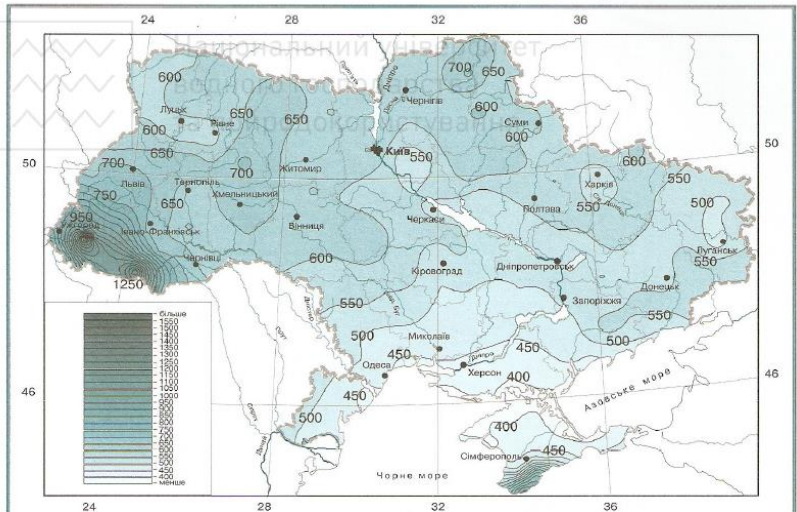


Рис. 1.1. Середня кількість опадів для України за рік у мм

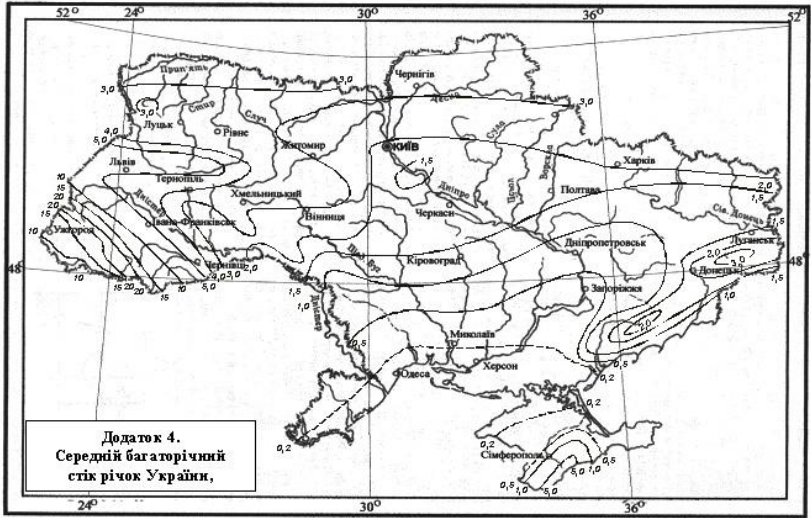


Рис. 1.2. Середньобагаторічний модуль стоку річок України

Розрахунок шару стоку для басейну річки проводимо за формулою:

$$Y = \frac{Q_0 \cdot t}{F \cdot 10^3}, \text{ мм} \quad (1.2)$$

де t – кількість секунд у році $t = 31,54 \cdot 10^6$ с.

При розрахунку балансових елементів враховуємо, що загальний шар стоку (Y) складається із суми поверхневого (Y_n) та підземного стоку ($Y_{підз}$).

Притік підземних вод за рік приймаємо для всіх водозборів у межах від 20 до 30 мм.

Сумарне випаровування за рік для річкових водозборів беремо згідно рис. 1.3.

Зміну вологозапасів у басейні річки розраховуємо за формулою:

$$\pm \Delta S = P - Y - E, \text{ мм} \quad (1.3)$$

Зміну запасів води для озер, лісів, боліт розраховуємо виходячи із вихідних даних річкового водозбору (у частках від одиниці).

Зміну запасів вологи у снігу, у ґрунті, у русловій мережі вважаємо незмінними для розрахункового року у порівнянні з попереднім роком.

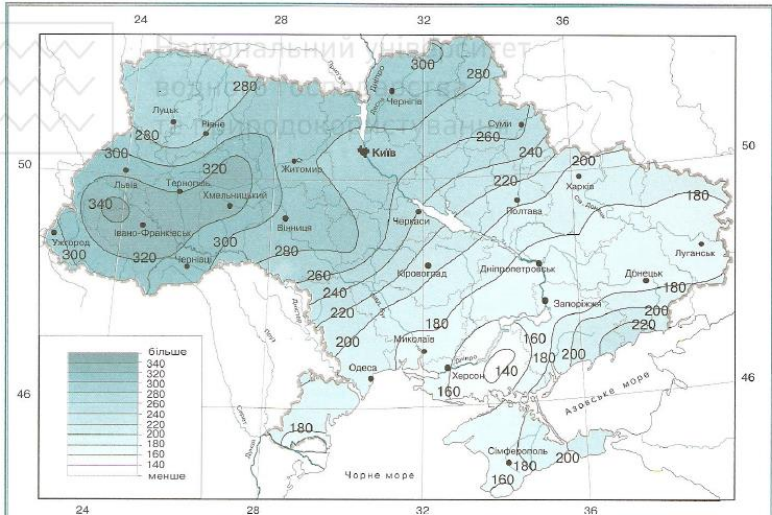


Рис. 1.3. Середнє випаровування для території України у мм

Ув'язку водного балансу можна розраховувати за формулою:

$$\pm \eta = \sum \Pi - \sum B \pm \Delta S, \quad (1.4)$$

де $\sum \Pi$ – прихідна частина водного балансу; $\sum B$ – витратна частина водного балансу; ΔS – зміна об'єму води у водному об'єкті (річка, озеро, водосховище тощо) за розрахунковий період.

Отриману ув'язку пропорційно додають до прихідної або витратної частини водного балансу, яка є меншою.

Варіант 1. Загальні відомості: а) річка Псел, б) пункт Запсілля, в) географічні координати розрахункового створу: широта 49°13', довгота 33°34', г) площа водозбору 22420 км², д) довжина річки 683 км, е) середній похил 0,24 промілле, ж) заболоченість 5%, з) озерність 0%, и) лісистість 6,8%, к) середня багаторічна мутність 60 г/м³, л) гідрогеологічні умови – середні.

Варіант 2. Загальні відомості: а) річка Вовча, б) пункт Васильківка, в) географічні координати розрахункового створу: широта 48°13', довгота 36°01', г) площа водозбору 11550

км², д) довжина річки 259 км, е) середній похил 0,4 промілле, ж) заболоченість 0%, з) озерність 0%, и) лісистість 1,2%, к) середня багаторічна мутність 336 г/м³, л) гідрогеологічні умови – середні.

Варіант 3. Загальні відомості: а) річка **Інгулець**, б) пункт **Александрo-Степанівка**, в) географічні координати розрахункового створу: широта 48°37', довгота 33°09', г) площа водозбору 1650 км², д) довжина річки 94 км, е) середній похил 0,99 промілле, ж) заболоченість 0%, з) озерність 2%, и) лісистість 9,1%, к) середня багаторічна мутність 120 г/м³, л) гідрогеологічні умови – середні.

Варіант 4. Загальні відомості: а) річка **Південний Буг**, б) пункт **Сабарів**, в) географічні координати розрахункового створу: широта 49°11', довгота 28°27', г) площа водозбору 8960 км², д) довжина річки 231 км, е) середній похил 0,39 промілле, ж) заболоченість 2%, з) озерність 5%, и) лісистість 6,1%, к) середня багаторічна мутність 70 г/м³, л) гідрогеологічні умови – добрі.

Варіант 5. Загальні відомості: а) річка **Виживка**, б) пункт **Руда**, в) географічні координати розрахункового створу: широта 51°15', довгота-34° 15', г) площа водозбору – 141 км²; д) довжина річки – 14 км; е) середній похил – 1,5 промілле; ж) заболоченість - 10%; з) озерність - 1 %; і) лісистість - 14%; к) середня багаторічна мутність — 280 г/м³; л) гідрогеологічні умови - середні.

Варіант 6. Загальні відомості: а) річка **Тур'я**, б) пункт **Ковель**, в) географічні координати розрахункового створу: широта 51°14', довгота 34° 42', г) площа водозбору 1480 км², д) довжина річки -102 км, середній похил – 0,6 промілле, ж) заболоченість -18%, з) озерність -1 %., і) лісистість - 13% , к) середня багаторічна мутність - 210 г/м³, л) гідрогеологічні умови – добрі.

Варіант 7. Загальні відомості: а) річка **Іква**, б) пункт **Млинівці**, в) географічні координати розрахункового створу: широта 50°07', довгота 25°45', г) площа водозбору 632 км², д) довжина річки 69 км, е) середній похил 2,4 промілле, ж) заболоченість 4%, з) озерність 1%, и) лісистість 16%, к) середня багаторічна мутність 200 г/м³, л) гідрогеологічні умови – середні.

Варіант 8. Загальні відомості: а) річка **Горинь**, б) пункт **Ямпіль**, в) географічні координати розрахункового створу: широта 49°58', довгота 26°15', г) площа водозбору 1400 км², д) довжина річки 71 км, е) середній похил 1,4 промілле, ж) заболоченість 4%, з) озерність 1%, и) лісистість 4%, к) середня багаторічна мутність 180 г/м³, л) гідрогеологічні умови – хороші.

Варіант 9. Загальні відомості: а) річка **Слuch**; б) пункт **Данцев**; в) географічні координати центра розрахункового створу: широта 49 °56', довгота 27°46'; г) площа водозбору 2480 км²; д) довжина річки 139 км; е) середній похил 0,7 промілле; ж) заболоченість 5%; з) озерність 1%; и) лісистість 4 %; к) середня багаторічна мутність 106 г/м³; л) гідрогеологічні умови - хороші.

Варіант 10. Загальні відомості: а) річка **Десна**, б) пункт **Чернігів**, в) географічні координати розрахункового створу: широта 31°19', довгота 51°29', г) площа водозбору 81440 км², д) довжина річки 994 км, е) середній похил 0,14 промілле, ж) заболоченість 10%, з) озерність 6%, и) лісистість 15%, к) середня багаторічна мутність 49 г/м³, л) гідрогеологічні умови – середні.

Таблиця 1.1

Вихідні дані для розрахунку основних воднобалансових характеристик водозбору для конкретного річкового басейну

№ варіанту	Назва річки, гідропоста	Елементи водного балансу	Позначення	За рік
1	2	3	4	5
1	Псел - Запсілля	Опади Стік: поверхневий підземний Випаровування Зміна вологозапасів у басейні Зміна вологозапасів в озерах Зміна вологозапасів у лісах Зміна вологозапасів у болотах Ув'язка водного балансу	P Y Y_n $Y_{підз}$ E ΔS ΔS_o ΔS_l ΔS_b η_b	
2	Вовча - Васильківка	Опади Стік: поверхневий підземний	P Y Y_n $Y_{підз}$	

		Випаровування Зміна вологозапасів у басейні Зміна вологозапасів в озерах Зміна вологозапасів у лісах Зміна вологозапасів у болотах Ув'язка водного балансу	E ΔS ΔS_o ΔS_l ΔS_b η_b	
3	Ингулець - Александро- Степанівка	Опали Стік: поверхневий підземний Випаровування Зміна вологозапасів у басейні Зміна вологозапасів в озерах Зміна вологозапасів у лісах Зміна вологозапасів у болотах Ув'язка водного балансу	P Y Y_n $Y_{підз}$ E ΔS ΔS_o ΔS_l ΔS_b η_b	
4	Південний Буг - Сабарів	Опали Стік: поверхневий підземний Випаровування Зміна вологозапасів у басейні Зміна вологозапасів в озерах Зміна вологозапасів у лісах Зміна вологозапасів у болотах Ув'язка водного балансу	P Y Y_n $Y_{підз}$ E ΔS ΔS_o ΔS_l ΔS_b η_b	
5	Вижівка - Руда	Опали Стік: поверхневий підземний Випаровування Зміна вологозапасів у басейні Зміна вологозапасів в озерах Зміна вологозапасів у лісах Зміна вологозапасів у болотах Ув'язка водного балансу	P Y Y_n $Y_{підз}$ E ΔS ΔS_o ΔS_l ΔS_b η_b	
6	Тур'я - Ковель	Опали Стік: поверхневий підземний Випаровування Зміна вологозапасів у басейні Зміна вологозапасів в озерах Зміна вологозапасів у лісах Зміна вологозапасів у болотах Ув'язка водного балансу	P Y Y_n $Y_{підз}$ E ΔS ΔS_o ΔS_l ΔS_b η_b	
7	Іква - Млинівці	Опали Стік: поверхневий підземний Випаровування Зміна вологозапасів у басейні Зміна вологозапасів в озерах	P Y Y_n $Y_{підз}$ E ΔS ΔS_o	

		Зміна вологозапасів у лісах Зміна вологозапасів у болотах Ув'язка водного балансу	ΔS_l ΔS_b η_b	
8	Горинь Ямпіль	- Опади Стік: поверхневий підземний Випаровування Зміна вологозапасів у басейні Зміна вологозапасів в озерах Зміна вологозапасів у лісах Зміна вологозапасів у болотах Ув'язка водного балансу	P Y Y_n $Y_{підз}$ E ΔS ΔS_o ΔS_l ΔS_b η_b	
9	Случ Данцев	- Опади Стік: поверхневий підземний Випаровування Зміна вологозапасів у басейні Зміна вологозапасів в озерах Зміна вологозапасів у лісах Зміна вологозапасів у болотах Ув'язка водного балансу	P Y Y_n $Y_{підз}$ E ΔS ΔS_o ΔS_l ΔS_b η_b	
10	Десна Чернігів	- Опади Стік: поверхневий підземний Випаровування Зміна вологозапасів у басейні Зміна вологозапасів в озерах Зміна вологозапасів у лісах Зміна вологозапасів у болотах Ув'язка водного балансу	P Y Y_n $Y_{підз}$ E ΔS ΔS_o ΔS_l ΔS_b η_b	

Для ознайомлення у таблиці 1.2 представлено розподіл елементів річного балансу України у км³ за (Б.М. Данилишин та ін., 1999).

Таблиця 1.2
Розподіл елементів річного балансу України, км³
(Б.М. Данилишин та ін., 1999)

Область	Опади	Стік		Випаровування
		Поверхневий	Підземний	
Автономна Республіка Крим	13,1	0,57	0,34	12,2
Вінницька	17,0	2,20	0,25	14,5
Волинська	14,1	1,58	0,60	12,0
Дніпропетровська	16,8	0,71	0,16	15,9
Донецька	15,8	1,01	0,24	14,6
Житомирська	20,2	2,50	0,67	17,0

Закарпатська	15,6	6,39	1,53	7,68
Запорізька	13,7	0,48	0,15	13,1
Івано-Франківська	12,5	3,33	1,26	7,92
Київська	18,8	1,45	0,59	16,7
Кіровоградська	14,3	0,80	0,15	13,3
Луганська	16,0	1,21	0,25	14,6
Львівська	18,0	3,27	1,65	13,1
Миколаївська	12,4	0,52	0,056	11,8
Одеська	16,0	0,27	0,084	15,7
Полтавська	17,5	1,44	0,50	15,5
Рівненська	14,1	1,56	0,77	11,7
Сумська	16,0	1,79	0,66	13,6
Тернопільська	9,94	1,01	0,80	8,13
Харківська	18,6	1,28	0,38	17,0
Херсонська	13,0	0,11	0,043	12,8
Хмельницька	13,6	1,58	0,56	11,5
Черкаська	12,5	0,72	0,29	11,5
Чернівецька	6,14	0,93	0,30	4,91
Чернігівська	21,7	2,73	0,78	18,2
Україна в цілому	377	39,4	13,0	325

2. Методи обчислення середніх по басейну опадів

Метою є: 1. Ознайомлення та вивчення методів обчислення середніх по басейну опадів. 2. Розрахувати різними методами середню кількість опадів по басейну.

Завдання. 1. Розрахувати за макетом басейну річки (згідно варіанту) середню кількість опадів за методами середнього арифметичного, квадратів, медіан та ізогіет. Порівняти отримані результати обчислення середнього шару опадів за різними методами. Представити розрахунки середньої кількості опадів для басейну річки, використовуючи макети. Макет басейну роздрукувати на форматі А4, зберігши масштаб карти.

Методика виконання. Атмосферні опади – вода в рідкому чи твердому стані, що випадає з хмар або виділяється із повітря. Опади поділяють на рідкі та тверді. Їх класифікують на: дощ, сніг, град, росу, туман, паморозь (іній), мряку.

Вимірювання опадів. Розрахункові характеристики опадів

Кількість опадів, що випали за деякий проміжок часу на дану територію виражають шаром води (опадів), яка рівномірно розподіляється на її поверхні.

Середній шар опадів в Україні за рік – 625 мм, випаровування – 538 мм, стік – 87 мм.

Інтенсивність випадання опадів – кількість опадів, що випадають за одиницю часу (1 хв.) Опали, що зумовлюють стік води випадають у вигляді злив або облогових опадів. Зливи характеризуються невеликою тривалістю і великою інтенсивністю. Зливи охоплюють невеликі території і є локальними, а облогові зливи (опали фронтального характеру, тобто опали на межі двох повітряних мас з різними характеристиками) охоплюють значні території.

Опади характеризують середньою багаторічною величиною, кількістю за рік місяць, добу.

Опади вимірюються *опадоміром Третьякова*, який встановлюється на метеоплощадці, прийомна поверхня відра знаходиться на висоті 2 м над ґрунтом, площа відра 200 см² його висота 40 см, куди збираються опади, а також спеціального захисту, що запобігає видування з нього опадів. Вимірювання кількості опадів в мм шару води проводиться вимірювальним склянкою з нанесеними на ньому поділками; кількість твердих опадів вимірюють після того як вони розтануть.

Дощомір, пловіограф (для безперервного і автоматичного запису кількості рідких опадів, інтенсивність опадів) – прилади для вимірювання атмосферних рідких і твердих опадів.

Визначення середньої кількості опадів для басейну річки

В межах річкового басейну розміщується певна кількість станцій для вимірювання атмосферних опадів, в залежності від розмірів площі водозбору та характеру рельєфу. Виділяють такі **основні методи** визначення середнього шару опадів: середнього арифметичного квадратів, ізогіет і зважених площ.

Метод середнього арифметичного є найбільш простим і використовується для попередньої оцінки шару опадів на рівнинній території при наявності густої мережі метеорологічних станцій. Середній шар опадів обчислюється як середнє арифметичне значення з показів всіх станцій за формулою:

$$X_c = \frac{\sum X_i}{n}, \quad (2.1)$$

де $\sum X_i$ – сума кількості опадів на метеостанціях у межах водозбору, мм; n – кількість метеостанцій на водозборі.

Метод квдратів полягає в поділі території водозбору на рівновеликі квадрати, визначають кількість опадів у межах кожного квадрата при цьому використовують дані спостережень метеостанцій за межами водозбору (рис. 2.1). Для всіх квадратів обчислюють середнє значення шару опадів, як середньоарифметичну величину із показників станцій, що знаходяться в межах квадрата. Для порожніх квадратів виписують значення, які отримані інтерполюванням між сусідніми станціями. Середню кількість опадів на водозборі визначають за формулою:

$$X_c = \frac{\sum X_i}{n}, \quad (2.2)$$

де $\sum X_i$ – середній шар опадів для кожного квадрата, мм; n – кількість квадратів у межах водозбору.

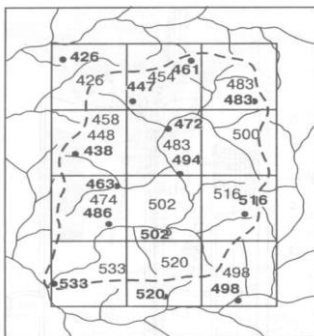


Рис.2.1. Схема методу квадратів

Найбільше поширений метод ізогіет – лінії однакових значень опадів (рис. 2.2). Проводять шляхом рівномірної інтерполяції. У межах басейну повинно бути від 3 до 5 ізоліній, це потрібно враховувати при виборі масштабу побудови ізоліній на макеті.

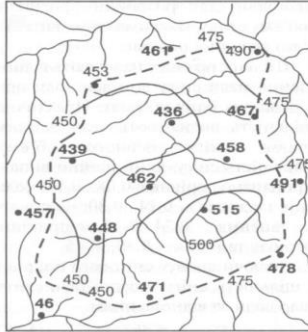


Рис. 2.2. Схема методу ізогієт

Метод зважених площ полягає у поділі території на трикутники з центрами тяжіння у метеостанціях, розташованих у межах водозбору або поблизу нього і визначенні їх середньозважених величин (рис. 2.3).

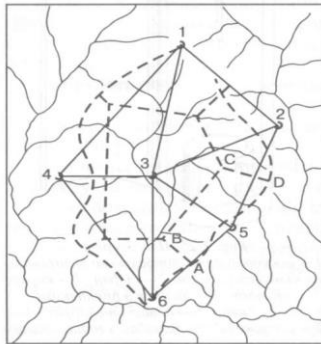


Рис.2.3. Схема методу зважених площ

Середній шар опадів визначають за формулою:

$$X_c = \frac{x_1 f_1 + x_2 f_2 + \dots + x_n f_n}{F}, \quad (2.3)$$

де x_1, x_2, x_n – сума кількості опадів на метеостанціях у межах водозбору, мм; f_1, f_2, f_n – часткові площі між станціями у межах водозбору, км²; F – загальна площа водозбору річки, км².

Вихідні дані до розрахунку середнього шару опадів у басейні річки

Варіант 1. Макет басейну річки Сури масштабом 1:2 500 000 та середньорічна кількість опадів за даними метеостанцій в басейні річки представлено у таблиці 2.1, додаток А.

Таблиця 2.1

№ станції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Опади, мм	528	436	452	411	437	486	522	494	505	468	493	516

Варіант 2. Макет басейну річки Воронеж масштабом 1:1 500 000 та середньорічна кількість опадів за даними метеостанцій в басейні річки представлено у таблиці 2.2, додаток Б.

Таблиця 2.2

№ станції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Опади, мм	533	578	571	495	523	352	568	580	545	547	568	555

Варіант 3. Макет басейну річки Уфи масштабом 1:2 500 000 та середньорічна кількість опадів за даними метеостанцій в басейні річки представлено у таблиці 2.3, додаток В.

Таблиця 2.3

№ станції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Опади, мм	1005	1010	1000	980	995	1008	1050	1035	1015	990	980	997

Варіант 4. Макет басейну річки Тури масштабом 1:2 500 000 та середньорічна кількість опадів за даними метеостанцій в басейні річки для теплого періоду представлено у таблиці 2.4, додаток Г.

Таблиця 2.4

№ станції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Опади, мм	95	119	115	104	94	96	94	94	122	134	111	106
	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
	135	91	96	98	104	99	75	80	57			

Варіант 5. Макет басейну річки Тури масштабом 1:2 500 000 та середньорічна кількість опадів за даними метеостанцій в басейні річки для холодного періоду представлено у таблиці 2.5, додаток Д.

Таблиця 2.5

№ станції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Опади, мм	359	349	381	347	328	306	290	290	339	379	359	449
	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
	358	294	275	299	311	283	312	350	340			

Варіант 6. Макет басейну річки Самари масштабом 1:2 500 000 та середньорічна кількість опадів за даними метеостанцій в басейні річки для теплого періоду представлено у таблиці 2.6, додаток Е.

Таблиця 2.6

№ станції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Опади, мм	426	470	420	446	433	450	380	345	393	367	426	372
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	371	366	363	372	339	413	323	333	317	329	347	354

Варіант 7. Макет басейну річки Ловать масштабом 1:2 500 000 та середньорічна кількість опадів за даними метеостанцій в басейні річки представлено у таблиці 2.7, додаток Є.

Таблиця 2.7

№ станції	1	2	3	4	5	6
Опади, мм	21,9	51,7	37,1	23,1	34,3	9,5

Варіант 8. Макет басейну річки Унжи масштабом 1:1 500 000 та середньорічна кількість опадів за даними метеостанцій в басейні річки для теплого періоду представлено у таблиці 2.8, додаток Ж.

Таблиця 2.8

№ станції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Опади, мм	369	376	396	391	424	428	410	336	445	412	388	432	380	391	376

Варіант 9. Макет басейну річки Унжи масштабом 1:2 500 000 та середньорічна кількість опадів за даними метеостанцій в басейні річки для холодного періоду представлено у таблиці 2.9, додаток З.

Таблиця 2.9

№ станції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Опади, мм	116	138	113	131	140	157	172	198	157	140	168	127	172	141	138

Варіант 10. Макет басейну річки Десни масштабом 1:1 500 000 та середньорічна кількість опадів за даними метеостанцій в басейні річки представлено у таблиці 2.10, додаток И.

Таблиця 2.10

№ станції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Опади, мм	548	540	627	544	564	546	665	594	610	617	590	583
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
	556	588	567	528	549	553	581	545	580	554		

3. Обчислення запасів води в снігу на водозборі

Метою є: 1. Обчислити запаси води у снігу на водозборі.

Завдання. 1. Розрахувати запаси води у сніговому покриві на водозборі за вихідними даними таблиці 3.1. Для кількісних вихідних даних взято «Довідкові дані з клімату України» для різних років за водністю.

Методика виконання. Зміна запасів води в сніговому покриві і льодяній кірці визначаються за даними ландшафтно-снігомірних зйомок, які проводяться у період з грудня до кінця лютого, поки є сніговий покрив. Зміна запасів води в сніговому покриві і льодяній кірці за розрахунковий період визначається різницею їх середніх значень на кінець ($S_{ск}$) і початок ($S_{сп}$)

розрахункового інтервалу часу:

$$\Delta S_c = S_{ск} - S_{сп}. \quad (3.1)$$

Таблиця 3.1

Вихідні дані до обчислення запасів води у снігу на водозборі

Назва річки, гідропоста	Зміна запасів води у снігу на кінець розрахункового періоду, $S_{ск}$	Зміна запасів води у снігу на початок розрахункового періоду, $S_{сп}$	Зміна запасів води в сніговому покриві і льодяній кірці за розрахунковий період, ΔS_c
Псел - Запсілля (Полтавська)	59	16	

область)			
Вовча - Васильківка (Дніпропетровська область)	27	8	
Інгулець - Александро- Степанівка (Кіровоградська область)	39	15	
Південний Буг - Сабарів (Вінницька область)	45	11	
Вижівка – Руда (Волинська область)	44	39	
Тур'я – Ковель (Волинська область)	35	30	
Іква – Млинівці (Тернопільська область)	42	19	
Горинь – Ямпіль (Хмельницька область)	51	11	
Случ – Данцев (Житомирська область)	45	23	
Десна – Чернігів (Чернігівська)	56	20	

4. Складання місячних, сезонних та річних водних балансів для басейну річки України за багаторічний період

Метою є: 1. Ознайомлення та вивчення складання місячних, сезонних та річних водних балансів для басейну річки України за багаторічний період.

Завдання. 1. За даними таблиці 4.1 розрахувати водний баланс у басейні р. Ворскла за багаторічний період (1961-2015 рр.) для холодного (листопад-квітень) та теплого (травень-жовтень) періодів, а також чотири сезони: осінь, зима, весна і літо та проаналізувати їх.

2. За даними таблиці 4.2 розрахувати водний баланс за місяцями та календарний 2005 рік. Скласти інтегральні зведені дані елементів водного балансу р. Дзеркальна у таблицю 4.3 та

побудувати комплексний інтегральний графік елементів водного балансу та проаналізувати його.

Методика виконання. Воднобалансові розрахунки можуть проводитися за календарний рік, гідрологічний рік, місяці, сезони, генетично однорідні фази формування водного балансу – осінню, зиму і літню межені, в повені на підйомі і спаді, в окремі паводки та за багаторічні періоди. При цьому тривалість розрахункового періоду повинна бути достатньою для розрахунку середньобагаторічних значень елементів водного балансу з необхідною точністю.

Розрахунки водних балансів проводяться за багаторічний період (*середні багаторічні водні баланси*), характерні за водністю (*маловодні і багатоводні*), опадами (*сухі і вологі*), температурними умовами (*теплі і холодні*) роки, а також у роки різної ймовірності перевищення окремих гідрометеорологічних показників.

За початок *гідрологічного року* на протязі якого на водозборі завершується замкнутий водно-балансовий цикл накопичення і витрати вологи, приймається перший осінній період, коли виконується нерівність:

$$P_0 > (Q + E), \quad (4.1)$$

де P_0 – місячна сума опадів; Q і E – відповідно місячні величини стоку і сумарного випаровування.

За кінець гідрологічного року приймається останній місяць літньої межені або першої осінньої межені, коли виконується нерівність:

$$P_0 \leq (Q + E). \quad (4.2)$$

Відповідно початок кожного гідрологічного року є індивідуальним. Однак, для спрощення розрахунків і порівняння отриманих результатів приймають не ковзаючі межі гідрологічного року, а постійні, які відносять до початку одного із місяців (для дуже великих територій Північної Америки, Європи, Азії – це період від 01.09 до 01.11, для більшості території водозборів колишнього РСР – це 01.10). Хоча для річкових водозборів у ДБН В24-8.2014 «Визначення розрахункових гідрологічних характеристик» гідрологічний рік починається із початком повені.

У межах кожного гідрологічного року виділяють *сезони*. Гідрологічний рік поділяється на два рівних півріччя: *холодний* – листопад-квітень, *теплий* – травень-жовтень, а також чотири сезони: *осінь*, *зима*, *весна* і *літо*. Гідрологічні сезони встановлюються як в гідрологічних, так і календарних межах.

Початок осіннього сезону співпадає з початком гідрологічного року. Зимовий сезон починається з місяця, коли встановлюється стабільний сніговий покрив, який зберігається і в наступні місяці. За початок весняного сезону приймається час різкого підйому рівнів, а літнього – кінець спаду повені.

Гідрологічна межень поділяється на осінню, зимову і літню, дати початку і кінця яких визначаються з точністю до доби, так як і повені (можна використовувати гідрограф).

Тривалість повені при багатопіковому його характері приймають від його початку до дати початку його максимуму, а спад – остаток часу до кінця повені. Початок і кінець паводків визначають з точністю до доби за гідрографом. Водний баланс складається в цілому для всього паводка без виділення окремих фаз підйому та спаду. Для районів із безперервним формуванням паводків баланси складаються за двома-трьома основними за окремі сезони або в цілому за весь паводковий період.

1. Розрахунок багаторічного водного балансу басейну річки Ворскла проводиться за вихідними даними таблиці 4.1 та завдання 1.

Таблиця 4.1

Водний баланс в (мм) басейну річки Ворскла за 1961-2015 рр.

Річка-пункт	Період*, **	Складові водного балансу	місяці												рік		
			XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X			
р. Мерло-м. Богодухів	КН	<i>P</i>	47	55	45	39	31	39	48	70	67	49	38	36	564		
		<i>R</i>	3	3	3	6	18	17	4	3	3	2	3	4	69		
		<i>E</i>	32	4	2	3	38	57	74	80	79	68	54	36	525		
		μ	12	49	40	31	-25	-35	-30	-13	-15	-21	-19	-5	-31		
	СП	<i>P</i>	42	40	42	38	48	39	53	74	63	47	57	44	586		
		<i>R</i>	5	5	5	9	17	14	5	4	3	2	4	6	78		
р. Ворскла - с. Чернеччина	КН	<i>E</i>	33	4	6	6	41	56	76	86	83	72	56	36	554		
		μ	5	32	31	23	-10	-31	-27	-16	-24	-27	-3	2	-45		
		<i>P</i>	51	52	42	34	36	38	52	69	76	61	43	39	593		
		<i>R</i>	5	6	5	6	17	27	7	3	4	3	3	5	91		
	СП	<i>E</i>	28	6	2	1	37	57	72	80	82	67	46	35	512		
		μ	18	40	36	28	-19	-46	-26	-14	-10	-9	-6	-1	-10		
		<i>P</i>	39	37	38	34	43	37	58	60	71	42	57	48	563		
		<i>R</i>	6	4	4	5	14	18	5	3	3	2	2	5	72		
		<i>E</i>	28	2	2	4	38	57	75	80	85	71	51	35	526		
		μ	6	30	33	25	-9	-38	-22	-23	-17	-32	5	9	-34		
		р. Ворскла - м. Кобеляки	КН	<i>P</i>	49	52	43	37	34	39	51	68	73	55	41	39	581
				<i>R</i>	5	5	5	6	13	21	6	3	3	3	3	4	79
<i>E</i>	28			5	2	3	38	57	72	80	81	67	51	35	518		
μ	16			43	36	28	-16	-40	-27	-16	-11	-15	-12	0	-16		
СП	<i>P</i>		40	39	40	35	44	37	55	68	68	42	58	48	575		
	<i>R</i>		5	5	5	6	11	13	7	4	4	3	3	5	70		
	<i>E</i>		32	4	6	4	38	56	79	80	85	71	52	36	542		
	μ		3	30	29	25	-4	-31	-31	-16	-20	-31	3	1	-37		

Примітка. КН*-період кліматичної норми 1961-1990 рр.; СП** - сучасний період 1991-2015 рр.

Де в таблиці 4.1 складові водного балансу включають *P* – атмосферні опади (дощові та тало-снігові), що надходять на поверхню басейну; *R* – річковий водний стік (від поверхневих та підземних вод); *E* – сумарне випаровування з поверхні басейну; μ – нев’язка водного балансу, яка обумовлена переважно недосконалістю процесів вимірювання його складових. Значні величини нев’язки у басейні річки пов’язані із розміром басейну, на вказані зміни найбільш різко реагують менші за розміром річкові басейни. Нев’язка багаторічного водного балансу не повинна перевищувати 10% від загальної кількості опадів.

Перевагою в обчисленні саме багаторічних водних балансів є відсутність необхідності врахування змін запасів вологи в межах водозбору, оскільки протягом багаторічного періоду вони

взаємно компенсуються і тоді рівняння водного балансу набуває вигляду:

$$P = R + E \pm \mu. \quad (4.3)$$

2. Розрахунок водного балансу р. Дзеркальна за місяцями та календарний 2005 рік проводиться за вихідними даними таблиці 4.2 та завдання 2.

Таблиця 4.2

Водний баланс по місяцях за 2005 календарний рік
р. Дзеркальна - с. Березівка

Місяць	Елементи водного балансу, мм			
	Опади (X)	Стік (Y)	Випаровування (E)	Зміна запасів води в басейні (ΔS)
I	30	1,0	2,0	
II	37	1,0	6,0	
III	37	2,0	11	
IV	75	66	46	
V	27	8,0	95	
VI	84	3,0	100	
VII	43	3,0	75	
VIII	88	2,0	60	
IX	29	3,0	43	
X	53	3,0	19	
XI	90	3,0	8,0	
XII	47	2,0	1,0	
Рік	640	97	466	

1). Визначаємо зміну запасів води в басейні річки за кожний місяць і за рік в табличній формі (табл. 4.2) за формулою:

$$\Delta S = X - Y - E. \quad (4.4)$$

2). Складаємо інтегральні зведені дані елементів водного балансу р. Дзеркальна у таблицю 4.3, в якій виконуємо послідовне підсумовування (наростання) місячних сум елементів водного балансу.

Таблиця 4.3

Інтегральні зведені дані елементів водного балансу (мм)
р. Дзеркальна - с. Березівка

Місяць	$\sum X$	$\sum Y$	$\sum E$	$\sum (Y + E)$
I	30	1	2	3
II	67	2	8	10
III
IV				
V				
VI				
VII				
VIII				
IX				
X				
XI				
XII				

3). За даними таблиці 4.3 будуємо комплексний інтегральний графік елементів водного балансу (суми елементів відносяться на кінець кожного місяця). На осі абсцис відкладаємо місяці, а на осі ординат складові водного балансу (сума опадів, сума стоку, сума випаровування, сума випаровування і стоку разом).

4). Аналізуємо рівняння водного балансу, тобто розглядаємо зміни прибуткових і витратних елементів $\sum X$, $\sum Y$, $\sum E$, $\sum (Y + E)$ за допомогою комплексного інтегрального графіка протягом календарного року.

5. Розрахунок водного балансу водосховища

Метою роботи є: 1. Ознайомлення та вивчення розрахунку водного балансу водосховища.

Завдання. 1. Розрахувати водний баланс теплого (травень-жовтень) і холодного (листопад-квітень) багаторічного періоду водосховища у роки різної водності за даними ДВК (Державного водного кадастру), за варіантом, використовуючи

дані таблиці 5.1. Провести аналіз отриманих результатів водного балансу.

Методика виконання. Водосховища – це штучні водойми місткістю понад 1 млн. м³, які створюються для створення запасу води та регулювання її стоку. Водосховища є складними техногенними об'єктами зі штучно сформованим гідрологічним режимом.

Рівняння водного балансу водосховища має таку ж структуру, як і для озера, але в прибутковій частині цього рівняння головна складова – це притік річкових вод (для окремого чи верхнього в каскаді водосховища), а у видатковій частині – стік води. Опади для більшості великих долинних водосховищ становлять менше 10 % надходження вод. Випаровування з поверхні водосховищ залежить від широти місцевості і глибоководності водойми, складаючи пересічно близько 10 % видаткової частини балансу. Водосховища відрізняються від озер значно більшим водообміном, що зумовлено їх більшою проточністю.

Для більшості водосховищ коефіцієнт умовного водообміну знаходиться в межах 1–10, тобто період умовного оновлення в цих водосховищах складає приблизно від 1 року до 1 місяця. Найбільші коефіцієнти умовного водообміну для великих водосховищ такі: $H_{сер}$ (південь Єгипту і північ Судану) – 0,5–0,6; Вольта (Африка) – 0,3–0,4; Братське (Україна) – 0,5 (вода в цих водосховищах оновлюється приблизно 2–3 рази на рік).

Запаси води, що акумулюються в озерах, ставках та водосховищах залежать від озерності басейну, кількості ставків та водосховищ в ньому. Наприклад, зміну запасів озерних вод можна виразити у вигляді формули:

$$\Delta PB_{оз} = 0,01 \Delta H f_{оз}, \quad (5.1)$$

де $\Delta PB_{оз}$ – зміна запасів озерних вод; ΔH – зміна рівня води за розрахунковий період, мм; $f_{оз}$ – ступінь озерності водозбору, %.

Із формули (5.1) бачимо, що задавши мінімальну величину озерної акумуляції у воднобалансових розрахунках можна нею нехтувати. Тобто, наприклад, якщо задати, що $\Delta PB_{оз}=5$ мм і $\Delta H=1000$ мм, то виявиться, що облік озерної акумуляції необхідно проводити для всіх водозборів із озерністю 0,5 % і більше. На практиці ж ΔH за місячний інтервал часу рідко буває більше

200-250 мм, і тому озерну акумуляцію необхідно враховувати, починаючи із озерності водозборів 2,0-2,5%.

При розрахунках величини озерної акумуляції необхідно використовувати дані залежності площі дзеркала і об'ємів наповнення озер від рівня води в них, тобто використовувати криві залежності $V=f(H)$. В якості нульового рівня для обліку запасів в озерах доцільно приймати середньо багаторічний рівень води. Тоді у маловодні роки вологозапаси будуть мати від'ємну величину, а в багатоводні – додатну. В цілому ж, до акумуляційних компонентів водного балансу озера відносяться: акумуляція води в чаші водосховища; акумуляція води в руслах і заплавах річок, що впадають в межах зони підпору нижче гідрометричних створів; підземна акумуляція в ґрунт прибережної зони; акумуляція в льоді і снігу при осіданні і спливанні льодяного покриву. Все вище розглянуте відноситься і до обчислення запасів вологи у водосховищах та ставках.

Для невивчених озер, водосховищ, ставків розрахунки запасів вологи можуть проводитися наближено, на основі даних вже вивчених водойм, які приймаються в якості аналога.

Варіанти: 1 – водосховище Київське за середньобагаторічний період; 2 – водосховище Київське за багатоводний період; 3 – водосховище Київське за маловодний період; 4 – водосховище Кременчуцьке за середньобагаторічний період; 5 – водосховище Кременчуцьке за багатоводний період; 6 – водосховище Кременчуцьке за маловодний період; 7 – водосховище Дніпродзержинське за середньобагаторічний період; 8 – водосховище Дніпродзержинське за багатоводний період; 9 – водосховище Дніпродзержинське за маловодний період; 10 – водосховище Дніпровське за середньобагаторічний період; 11 – водосховище Дніпровське за багатоводний період; 12 – водосховище Дніпровське за маловодний період; 13 – водосховище Каховське за середньобагаторічний період; 14 – водосховище Каховське за багатоводний період; 15 – водосховище Каховське за маловодний період; 16 – водосховище Дніпровського каскаду за середньобагаторічний період; 17 – водосховище Дніпровського каскаду за багатоводний період; 18 – водосховище Дніпровського каскаду за маловодний період.

Таблица 5.1
Водный баланс водосховищ України у роки різної водності

Составление баланса	Средний многолетний												За год
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
вдкр Кивское. 1956—80 гг.													
Приход:	Средний многолетний												
поверхностный приток осадки	2030	1720	3000	8750	5920	2920	2300	1970	1610	1780	2190	2290	36 000
	28	23	18	39	44	72	88	32	41	33	36	33	653
Итого:	2060	1740	3020	8830	5960	2990	2390	2000	1650	1810	2330	2330	37 000
Расход:	Средний многолетний												
поверхностный сток испарение	2090	1960	2830	7500	5470	2730	2180	1880	1110	1610	1740	2000	34 300
	0	4	10	33	60	115	121	111	73	35	30	229	694
Итого:	2090	1960	2840	7530	5560	2840	2300	1990	1680	1780	2100	2220	34 900
Изменение объема Невская балка:	-185	-308	29	734	24	-69	-34	-88	-86	11	58	-101	45
по объему	155	88	151	516	376	219	138	118	56	19	72	201	2 060
в процентах	6,9	4,3	5,0	5,8	6,3	7,2	5,1	5,0	3,2	1,0	3,2	8,3	5,6
За многолетний год (1970)													
Приход:	Средний многолетний												
поверхностный приток осадки	2240	1470	3050	19 100	11 600	4950	2550	2020	1700	2030	3740	3730	58 200
	47	39	24	57	78	67	79	47	23	35	30	47	85
Итого:	2290	1510	3070	19 200	11 700	5020	2630	2070	1720	2100	3770	3780	58 800
Расход:	Средний многолетний												
поверхностный сток испарение	2330	2140	2990	16 600	10 800	4190	2380	1970	1610	2090	3560	3670	54 300
	2	0	9	10	88	95	121	106	71	32	4	3	527
Итого:	2330	2140	2990	16 600	10 900	4280	2500	2100	1680	2110	3540	3670	54 800
Изменение объема Невская балка:	-40	-640	50	1 510	-440	-140	-50	-60	-10	30	110	-450	-110
по объему	0	10	30	1 090	1 240	880	180	30	30	-20	120	560	4 110
в процентах	0,0	0,5	1,0	5,7	10,2	17,1	6,7	3,4	1,7	0,9	3,2	13,1	7,0
За многолетний год (1972)													
Приход:	Средний многолетний												
поверхностный приток осадки	2400	1140	1790	5200	3710	1720	1520	1140	920	1290	1750	2370	35 000
	22	8	10	27	43	53	38	29	38	29	42	30	342
Итого:	2420	1150	1800	5230	3750	1770	1560	1180	940	1320	1790	2370	35 300
Расход:	Средний многолетний												
поверхностный сток испарение	2380	2180	1490	4350	3480	1650	1510	1350	1230	1210	1260	2340	24 100
	2	4	27	28	100	141	141	159	90	27	10	5	734
Итого:	2380	2180	1520	4380	3580	1790	1650	1500	1320	1240	1270	2340	24 800
Изменение объема Невская балка:	-500	-700	470	570	-150	-30	0	-340	-400	160	640	-240	-580
по объему	68	30	-190	280	320	10	-90	10	29	-80	120	50	1 080
в процентах	2,8	1,4	0,5	1,4	0,8	0,6	-0,5	0,7	2,1	-0,6	0,7	2,1	4,5

Составление баланса	Средний многолетний												За год
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
вдкр Кременьское. 1961—80 гг.													
Приход:	Средний многолетний												
поверхностный приток осадки	2740	2480	4140	10 000	8 650	3820	2810	2540	2130	2480	2730	2730	46 700
промышленные и с/х сбросы	54	87	5	5	4	5	165	5	12	78	57	78	1 010
Итого:	2810	2530	4190	10 100	8 740	3940	2980	2630	2220	2560	2810	2810	47 800
Расход:	Средний многолетний												
поверхностный сток испарение суммарный водозабор	4180	3720	3740	5 280	6 180	3760	3010	2780	2430	2700	3030	3650	44 800
	4	10	14	34	173	269	312	309	218	115	38	14	1 810
Итого:	4210	3740	3770	5 340	6 380	4050	3340	3100	2660	2820	3080	3680	46 300
Изменение объема Невская балка:	-1660	-1260	444	4 170	2 210	-148	-432	-538	-462	-640	-013	-1030	101
по объему	200	50	-24	560	109	38	72	58	22	80	103	170	1 500
в процентах	4,5	1,3	0,6	5,3	1,7	0,9	2,1	1,8	0,8	2,8	3,2	4,4	3,1
За многолетний год (1970)													
Приход:	Средний многолетний												
поверхностный приток осадки	3220	3110	4340	29 000	16 200	6470	3380	2320	2010	2750	4920	6000	82 500
промышленные и с/х сбросы	93	81	43	68	94	291	92	186	33	191	30	49	1 270
Итого:	3300	3190	4380	29 100	16 300	6700	3470	2710	2070	2980	4980	6090	83 900
Расход:	Средний многолетний												
поверхностный сток испарение суммарный водозабор	4950	4310	5790	14 100	17 400	6740	3380	2500	3050	3660	4230	5690	75 000
	6	12	10	22	270	274	412	352	295	77	30	30	4 700
Итого:	4900	4320	5810	14 100	17 700	7020	3810	2860	3280	3640	4260	5680	77 800
Изменение объема Невская балка:	-1660	-1370	-960	9 750	-1 130	-370	-450	-40	-960	-760	310	-830	1 500
по объему	69	249	-440	4 250	-270	50	110	-110	-250	100	410	340	5 100
в процентах	1,2	6,3	-1,0	7,6	-0,8	0,7	2,8	-0,4	-0,3	0,7	2,7	2,2	6,1
За многолетний год (1972)													
Приход:	Средний многолетний												
поверхностный приток осадки	3420	2330	2270	6250	5410	2420	2280	1910	1540	1670	1840	3140	34 500
промышленные и с/х сбросы	11	0	2	2	2	2	2	2	2	8	11	8	24
Итого:	3430	2330	2280	6320	5450	2420	2300	1920	1560	1680	1850	3150	34 500
Расход:	Средний многолетний												
поверхностный сток испарение суммарный водозабор	5520	4290	1500	1730	2300	2450	2260	2590	2480	2430	2360	2850	32 700
	11	0	8	68	38	99	117	186	33	191	10	17	1 600
Итого:	5530	4300	1540	1790	2490	2800	2590	2860	2730	2520	2390	2880	34 400
Изменение объема Невская балка:	-2480	-1710	640	4010	2700	-240	-320	-790	-940	-630	-490	160	-90
по объему	380	-260	100	520	260	-40	130	-80	-140	-110	60	110	540
в процентах	6,4	6,0	4,4	8,2	4,8	-1,4	4,8	-2,8	-5,1	-4,4	2,4	3,5	1,5

№	Среднегодовая балансы													За год	
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
ввкр Днепропетровский. 1965—80 гг.															
Средней многолетней															
Приход:	4460	4073	4380	4300	4700	3070	3180	2920	2540	2940	3330	4010	4830	281	
инвестиционный приток	23	18	17	20	25	32	31	25	22	20	22	26	26		
промышленные и с/х сборы	4437	4055	4363	4280	4675	3038	3149	2895	2518	2920	3308	3984	4804		
Итого:	4460	4073	4380	4300	4700	3070	3180	2920	2540	2940	3330	4010	4830	281	
Расход:	4410	4170	4200	6150	4720	3020	3030	2810	3410	2830	3310	3990	48200		
инвестиционный сток	0	8	8	8	9	9	7	7	5	36	7	2	272		
интересов	8	8	8	8	9	9	7	7	5	36	7	2	272		
суммарный водоизбор	4410	4170	4200	6150	4720	3020	3030	2810	3410	2830	3310	3990	48200		
Итого:	4420	4180	4400	6170	4700	3000	3040	2900	3490	2870	3300	4000	48700		
Изменение объема	28	-84	-4	120	-40	-80	4	-28	23	30	-18	10	382		
Новых балансов	32	-8	-58	10	20	56	65	68	57	65	22	19	382		
по объему	0,7	-0,1	-1,3	1,4	1,0	1,2	2,1	2,3	1,2	2,0	0,6	0,5	0,8		
в процентах															
За многолетний год (1970)															
Приход:	5060	4460	6810	16400	17900	6880	3490	2580	3150	3920	4510	5720	80500		
инвестиционный приток	40	30	20	20	20	40	10	50	10	80	10	30	330		
осле	40	30	20	20	20	40	10	50	10	80	10	30	330		
промышленные и с/х сборы	5100	4430	6830	16400	17900	6930	3500	2530	3160	4040	4520	5750	81300		
Итого:	5100	4460	6830	16400	17900	6930	3500	2530	3160	4040	4520	5750	81300		
Расход:	4690	4350	6990	15300	18000	6890	3500	2480	3000	3700	4350	5640	79300		
инвестиционный сток	0	8	7	11	11	10	10	8	53	35	6	5	407		
интересов	0	8	7	11	11	10	10	8	53	35	6	5	407		
суммарный водоизбор	4690	4350	6990	15300	18000	6890	3500	2480	3000	3700	4350	5640	79300		
Итого:	4700	4400	6910	15300	18100	6900	3510	2490	3050	3700	4370	5660	79800		
Изменение объема	150	-60	-100	470	-210	-110	-100	-20	-15	110	18	0	140		
Новых балансов	16	-58	20	630	49	119	40	110	115	150	40	-110	1302		
по объему	0,4	-1,3	0,3	3,8	0,2	1,0	1,1	0,0	0,5	3,7	0,9	-0,9	1,7		
в процентах															
За многолетний год (1972)															
Приход:	5630	4340	1580	2020	2470	2530	2360	2860	3530	2900	3460	3090	34000		
инвестиционный приток	10	0	10	10	20	20	30	30	10	30	30	0	200		
осле	10	0	10	10	20	20	30	30	10	30	30	0	200		
промышленные и с/х сборы	5620	4340	1570	2010	2450	2510	2330	2830	3520	2870	3430	3090	34200		
Итого:	5630	4340	1580	2020	2470	2530	2360	2860	3530	2900	3460	3090	34000		
Расход:	5710	4640	1630	1820	2270	2340	2280	2370	2240	2390	2370	2380	32400		
инвестиционный сток	0	0	0	0	40	60	70	100	70	20	20	8	6	438	
интересов	0	0	0	0	40	60	70	100	70	20	20	8	6	438	
суммарный водоизбор	5710	4640	1630	1820	2270	2340	2280	2370	2240	2390	2370	2380	32400		
Итого:	5720	4650	1660	1850	2320	2430	2390	2380	2320	2390	2390	2390	33000		
Изменение объема	-10	-40	-150	50	-80	-10	-50	30	30	30	-40	10	-250		
Новых балансов	10	-50	20	630	49	119	40	110	115	150	40	-110	1302		
по объему	0,2	-1,1	0,3	3,8	0,2	1,0	1,1	0,0	0,5	3,7	0,9	-0,9	1,7		
в процентах															

№	Среднегодовые балансы													За год	
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
ввкр им. Ленина (Днепропетровск). 1966—80 гг.															
Средней многолетней															
Приход:	4640	4300	4830	6090	7090	4100	3120	2850	2440	2900	3390	4110	50500		
инвестиционный приток	18	14	11	14	20	24	23	15	14	12	16	21	190		
осле	18	14	11	14	20	24	23	15	14	12	16	21	190		
промышленные и с/х сборы	152	149	153	154	159	159	163	164	162	159	162	163	1850		
Итого:	4710	4060	5010	6760	7270	4280	3300	3030	2620	3070	3560	4280	52600		
Расход:	4590	4610	4840	6600	7140	4100	3030	2800	2340	2920	3360	4130	50300		
инвестиционный сток	1	0	3	9	40	44	55	37	43	26	10	5	265		
интересов	1	0	3	9	40	44	55	37	43	26	10	5	265		
суммарный водоизбор	197	190	197	202	217	221	227	226	218	266	196	199	2300		
Итого:	4760	4800	5040	6810	7380	4360	3310	3080	2600	3050	3570	4330	53100		
Изменение объема	41	-54	-32	78	30	-37	13	-24	11	10	-3	-43	-1		
Новых балансов	41	-54	-32	78	30	-37	13	-24	11	10	-3	-43	-1		
по объему	-0,9	-1,2	-0,7	1,6	0,4	-0,8	0,3	-0,7	0,4	0,3	-0,1	-1,0	-0,02		
в процентах															
За многолетний год (1970)															
Приход:	5060	5330	8290	16000	18000	6900	3510	2400	3000	3730	4380	5890	82100		
инвестиционный приток	36	16	11	10	28	18	15	14	7	35	13	22	215		
осле	36	16	11	10	28	18	15	14	7	35	13	22	215		
промышленные и с/х сборы	5150	5490	8560	16700	18100	6980	3600	2490	3060	3690	4460	5980	83100		
Итого:	5150	5490	8560	16700	18100	6980	3600	2490	3060	3690	4460	5980	83100		
Расход:	5290	5430	8160	16100	18300	7300	3490	2480	2960	3840	4400	6060	83800		
инвестиционный сток	1	0	2	1	30	41	66	54	38	18	8	8	285		
интересов	1	0	2	1	30	41	66	54	38	18	8	8	285		
суммарный водоизбор	104	95	103	164	117	117	137	127	119	110	107	111	1300		
Итого:	5390	5520	8260	16200	18400	7510	3650	2660	3120	3970	4520	6180	85400		
Изменение объема	-168	109	25	-143	245	-173	37	-33	67	-25	4	31	-34		
Новых балансов	-72	-229	78	-352	-645	-357	-87	-137	-102	-115	-64	-221	-2270		
по объему	-1,4	-4,1	0,9	-2,2	-3,5	-2,0	-0,8	-2,4	-3,4	-3,4	-2,9	-4,4	-3,6		
в процентах															
За многолетний год (1972)															
Приход:	5730	4500	1690	1860	2290	2350	2290	2280	2340	2300	2390	2720	33600		
инвестиционный приток	2	2	10	0	11	23	22	72	41	16	24	1	170		
осле	2	2	10	0	11	23	22	72	41	16	24	1	170		
промышленные и с/х сборы	62	58	61	62	66	69	74	72	79	64	64	59	61	774	
Итого:	5790	4610	1720	1930	2370	2440	2380	2360	2350	2380	2470	2780	33500		
Расход:	5800	4300	1620	1890	2290	2210	2230	2210	2150	2220	2350	2660	3100		
инвестиционный сток	0	4	10	4	36	80	84	94	67	28	11	8	433		
интересов	0	4	10	4	36	80	84	94	67	28	11	8	433		
суммарный водоизбор	105	98	103	165	117	131	132	138	123	108	103	105	1300		
Итого:	5900	4660	1730	1990	2440	2420	2440	2440	2340	2360	2470	2770	33900		
Изменение объема	54	42	18	-38	-33	58	-53	-50	72	12	17	-50	84		
Новых балансов	-164	-32	-29	8	-37	-38	-37	-50	-62	8	-7	60	-84		
по объему	2,8	-0,7	-1,3	0,4	-1,3	1,5	1,5	2,0	2,6	0,3	0,3	2,1	-1,4		
в процентах															

№	Составление баланса													
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
визр. Калининск. 1966—80 гг.														
Средний многолетний														
Приход:														
поверный приток	4930	4706	4923	6989	7170	4133	3052	2810	2270	2850	3380	4170	50 800	
осадки	83	63	63	87	57	112	94	82	64	61	37	33	82	852
промывание и с/л сбросы	36	33	35	35	37	37	39	39	38	37	36	37	438	
Итого:	4750	4600	5020	6766	7306	4270	3180	2930	2470	2950	3490	4300	52 200	
Расход:														
поверный сток	4770	4650	5169	5469	6149	3009	2300	2970	1930	2459	3170	4250	45 000	
испарение	16	14	33	56	162	258	329	345	295	152	69	41	1 720	
одностронняя фильтрация	77	79	75	80	78	67	76	76	76	77	79	77	925	
суммарный водооборот	32	30	78	321	421	653	713	662	373	157	36	35	3 710	
Итого:	4900	4770	5350	5916	7096	4400	3510	3150	2620	2840	3350	4460	52 300	
Нелинейная область	-206	-51	-349	528	377	-138	-266	-156	-153	91	115	-184	17	
Новая баланса:														
по объему	26	81	10	-78	-77	-82	-64	-64	3	19	28	84	-117	
в процентах	0,5	1,7	0,2	1,1	1,0	1,8	1,8	2,0	0,1	0,6	0,7	1,9	0,2	
За многолетний год (1970)														
Приход:														
поверный приток	5370	6610	6340	16 200	18 300	7370	3460	2490	2490	3860	4420	6080	64 500	
осадки	155	75	84	45	62	123	41	79	37	36	35	36	1 090	
промывание и с/л сбросы	34	32	34	35	36	37	39	39	37	36	35	36	438	
Итого:	5549	6720	6440	16 300	18 500	7538	3540	2610	2660	4080	4500	6220	66 000	
Расход:														
поверный сток	5540	6150	7620	15 000	18 800	7410	2470	1880	2570	3660	4360	6220	81 500	
испарение	19	20	15	48	161	246	370	350	240	110	55	55	1 660	
одностронняя фильтрация	80	70	80	89	83	70	83	80	80	80	80	70	900	
суммарный водооборот	29	29	31	194	420	676	508	527	240	83	32	28	2 650	
Итого:	5629	6670	7660	15 300	19 500	8190	3329	2940	3140	3930	4540	6380	86 800	
Нелинейная область	-220	-790	580	1 300	-280	-600	110	-190	-120	70	-80	-350	-540	
Новая баланса:														
по объему	100	312	219	-300	-720	-60	-90	-40	30	80	40	190	-360	
в процентах	1,7	2,2	2,5	1,8	3,7	0,7	2,6	1,4	0,9	2,0	0,9	2,9	0,3	
За многолетний год (1972)														
Приход:														
поверный приток	5820	4610	1640	1889	2300	2220	2240	2320	2150	2240	2370	3600	30 300	
осадки	21	16	34	45	62	71	131	43	178	152	45	6	820	
промывание и с/л сбросы	34	32	36	35	37	38	40	41	40	38	35	37	459	
Итого:	5880	4660	1710	1960	2400	2330	2410	2300	2370	2490	2560	2730	33 600	
Расход:														
поверный сток	6270	3400	1210	1300	1960	1220	1340	1170	1420	2350	2290	2670	26 700	
испарение	23	25	70	49	180	369	250	460	290	130	69	55	1 060	
Итого:														
Нелинейная область														
по объему														
в процентах														

односторонняя фильтрация	70	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	900
суммарный водооборот	29	29	37	137	495	648	721	670	310	112	32	32	32	3 500
Итого:	6400	3530	1500	1980	1980	2340	2490	2320	2100	2670	2460	2840	33 500	
Нелинейная область	-770	580	356	150	-310	130	-10	50	250	-340	20	-60	370	
Новая баланса:														
по объему	350	80	-140	1,8	-160	-130	-70	-70	20	70	20	20	-270	
в процентах	3,8	1,8	-7,6	8,0	-6,6	5,3	2,8	3,0	0,8	2,6	0,8	0,7	0,8	

Суммарный баланс водохранилищ Днепровакского каскада. 1967—80 гг.

№	Составление баланса													
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
визр. Калининск. 1966—80 гг.														
Средний многолетний														
Приход:														
поверный приток	2900	2900	5240	13 730	8730	4950	3220	2780	2260	2460	2190	2350	55 170	
осадки	210	180	160	230	290	370	440	300	240	200	230	260	3 110	
Итого:	3170	3080	5400	13 960	9020	4420	3660	3080	2500	2660	2420	2610	58 280	
Расход:														
поверный сток	4800	4610	5000	4 840	6030	3530	2380	2100	1960	2520	3300	4410	45 480	
через Ка- лининский гидроузел	70	60	110	390	700	740	800	740	430	190	60	70	4 360	
безаварийное водопотребление	20	20	40	70	140	230	280	320	670	370	120	70	4 640	
испарение	70	70	80	80	80	80	80	80	80	80	80	70	920	
одностронняя фильтрация	70	70	80	80	80	80	80	80	80	80	80	70	920	
Итого:	4960	4780	5260	5 450	7330	5130	4180	3620	3140	3160	3570	4620	55 400	
Нелинейная область	-1970	-1780	70	7 240	1730	-700	-620	-620	-660	-480	-330	-430	240	
Новая баланса:														
по объему	180	90	76	1 270	40	-10	100	80	120	180	140	430	2 640	
в процентах	3,6	1,9	1,3	9,1	0,4	0,2	2,4	2,1	3,8	5,7	5,0	9,1	4,5	
За многолетний год (1970)														
Приход:														
поверный приток	3340	3120	7480	33 350	16 370	6420	3369	2790	2430	3280	5300	4970	92 150	
осадки	350	240	150	210	330	480	249	380	100	280	150	290	3 560	
Итого:	3730	3360	7630	33 560	16 700	6900	3600	3080	2530	3560	5450	5260	95 710	
Расход:														
поверный сток	5540	6150	7520	14 950	18 780	7410	2460	1880	2580	3660	4380	6220	81 530	
через Ка- лининский гидроузел	60	50	60	220	400	500	640	570	290	70	40	60	3 620	
безаварийное водопотребление	33	40	40	70	140	230	280	320	670	370	120	70	4 650	
испарение	80	70	80	80	80	80	80	80	80	80	80	70	930	
одностронняя фильтрация	70	70	80	80	80	80	80	80	80	80	80	70	930	
Итого:	5780	6310	7700	15 330	19 560	8680	4250	3470	3540	4300	4650	5440	60 600	
Нелинейная область	-1940	-2710	-450	12 660	-1 850	-1350	-560	-340	-1010	-980	-450	-1430	90	
Новая баланса:														
по объему	-30	-240	380	5 340	-1 340	-360	-150	-80	-10	380	40	430	4 720	
в процентах	0,5	3,8	-4,9	15,9	-6,7	-4,5	-3,5	-2,4	-0,3	5,4	7,3	5,7	4,9	

6. Розрахунок середнього багаторічного водного балансу басейну річки

Метою є: 1. Ознайомлення та вивчення розрахунку середнього багаторічного водного балансу річки із врахуванням збільшення або зменшення окремих складових водного балансу річки.

Завдання. 1. Розрахувати середній за багаторічний період водний баланс (мм) басейну річки Великої із площею водозбору 6050 км², виходячи із певної умови, згідно варіанту та таблиці 6.1.

Методика виконання. Середній багаторічний водний баланс басейну річки розраховують за певний проміжок часу (роки), враховуючи багаторічні складові водного балансу для басейну річки. На попередніх практичних роботах частково здобувачі вже ознайолювалися із розрахунком середнього багаторічного водного балансу басейну річки.

Варіанти: №1 – прихідна частина водного балансу зросла на 50% рівномірно протягом досліджуваного періоду; №2 – прихідна частина водного балансу зменшилася на 50% рівномірно протягом досліджуваного періоду; №3 – прихідна частина водного балансу зросла на 50% рівномірно протягом теплого періоду; №4 – прихідна частина водного балансу зменшилася на 50% рівномірно протягом теплого періоду; №5 – прихідна частина водного балансу зросла на 50% рівномірно протягом холодного періоду; №6 – прихідна частина водного балансу зменшилася на 50% рівномірно протягом холодного періоду; №7 – прихідна частина водного балансу, зокрема, опади зросла на 50% рівномірно протягом досліджуваного періоду; №8 – витратна частина водного балансу зменшилася на 50% рівномірно протягом досліджуваного періоду.

Таблиця 6.1

Середній за багаторічний період водний баланс (мм) басейну р. Велика (F=6050 км²)

Елемент водного балансу	Позначення	Кількість пунктів	Місяці												Рік
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Опади	P	5	46	37	41	32	46	53	56	55	45	56	51	52	570
Стік	Y	1	2	2	4	81	18	3	2	2	2	2	3	2	123
Випаровування	E	4	3	4	12	40	80	89	81	64	40	22	12	3	450
Зміна запасів води у снігу	ΔS_c		28	35	5	-95	-	-	-	-	-	-	10	17	0
Зміна запасів вологи в ґрунті, підземних водах, на поверхні водозбору	$\Delta S = P - Y - E - \Delta S_c$		13	-4	20	6	-52	-39	-27	-11	3	32	26	30	-3

До *прихідної частини* балансу відносять опади, притік річкових (поверхневий) і підземних вод та ін., до *витратної* – випаровування, відтік води, транспірація рослинами, зміна запасів води на поверхні річкового басейну, зміна запасів води в снігу, зміна запасів води озерах і водосховищах, зміна запасів води у болотах, зміна запасів води в русловій мережі, зміна запасів води в ґрунті, зміна запасів підземних вод.

7. Розрахунок водного балансу ґрунтових вод

Метою є: 1. Ознайомлення та вивчення розрахунку водного балансу ґрунтових вод.

Завдання. 1. Розрахувати водний баланс у 8 свердловинах за вихідними даними таблиці 7.1, проаналізувати отримані результати, враховуючи всі складові водного балансу у свердловинах.

Методика виконання. Основними прихідними елементами (складовими) балансу ґрунтових вод необхідно вважати поступлення за рахунок: а) атмосферних опадів, які інфільтруються через зону аерації; б) фільтрації води з поверхневих водотоків та водойм; в) штучних заходів (зрошення тощо); г) підземного притоку; д) підживлювання нижче залягаючими водоносними горизонтами; е) конденсації пари води в зоні аерації.

Основними витратними елементами балансу є витрати на: а) випаровування із зони аерації; б) транспірацію води рослинністю; в) водозабори та дренажні споруди; г) підземний відтік; д) живлення нижчезалягаючих водоносних горизонтів; е) живлення джерел.

Загальна зміна запасів води на досліджуваній території дорівнює сумі всіх елементів водного балансу (прихідних - зі знаком "+"; витратних - зі знаком "-").

Під **водним балансом ґрунтових вод** необхідно розуміти співвідношення кількості води, яка поповнила запаси ґрунтових вод певного об'єму водоносної гірської породи, з кількістю води, витраченою з цих запасів за деякий період часу.

Для меліоративних цілей найчастіше вивчають баланс ґрунтових вод, так як саме ці води перші від поверхні, і саме вони в основному зумовлюють водно-повітряний режим ґрунтового шару.

Визначення складових балансу ґрунтових вод, тобто підрахунку чисельності складових елементів, потребує спеціальних польових досліджень, тому ці рівняння спрощують.

Спрощене рівняння водного балансу можна записати у вигляді.

$$\Delta V = \pm W \pm \Delta q, \quad (7.1)$$

$$\text{де} \quad W = P - (E + T_p) \quad (7.2)$$

де P – опади, E – сумарне випаровування, T_p – транспірація (процес випаровування води зеленими частинами рослинного організму).

Якщо $P > E + T_p$, то сумарне вертикальне живлення (W) додатне, якщо $P < E + T_p$, то $-W$ від'ємне.

Боковий взаємозв'язок ґрунтових вод

$$\pm \Delta q = P_{зр} - B_{зр}, \quad (7.3)$$

де $P_{зр}$ – приплив ґрунтових вод на ділянці, $B_{зр}$ – відтік ґрунтових вод з ділянки. Якщо $(+\Delta q)$ – переважає боковий приплив, якщо $(-\Delta q)$ – переважає боковий відтік.

На зміну РГВ впливають опади, температура атмосфери і ґрунту та інші антропогенні фактори (засіяність поля, дренаж і т.д.). Зміна РГВ носить неусталений характер. Зазвичай, дослідження балансу ґрунтових вод проводять за гідрологічний рік. Наприклад, з 01.10.2020 року по 01.10.2021 року, за декількома свердловинами на досліджуваній ділянці (наприклад, 8 свердловини). За даними будують графіки руху РГВ.

Для вирішення рівняння неусталеного руху РГВ необхідно графіки коливання РГВ розбити на розрахункові інтервали, у межах яких зміна рівня відбувається однознаково (або тільки збільшується, або тільки зменшується) – метод кінцевих різниць.

Розрахунки водного балансу проводять використовуючи поздовжній профіль. Розбивають графік коливання РГВ на 7-9 комплексних інтервалів.

Приклад. Проведемо розрахунок для першої свердловини, використовуючи розрахункові формули 7.1-7.3.

$$\Delta V = P - (E + T_p) \pm P_{зр} - B_{зр} = 500 - (150 + 50) + 2300 - 100 = 2500 \text{ мм}$$

Таблиця 7.1

Досліджувані показники по зміні РГВ у свердловинах

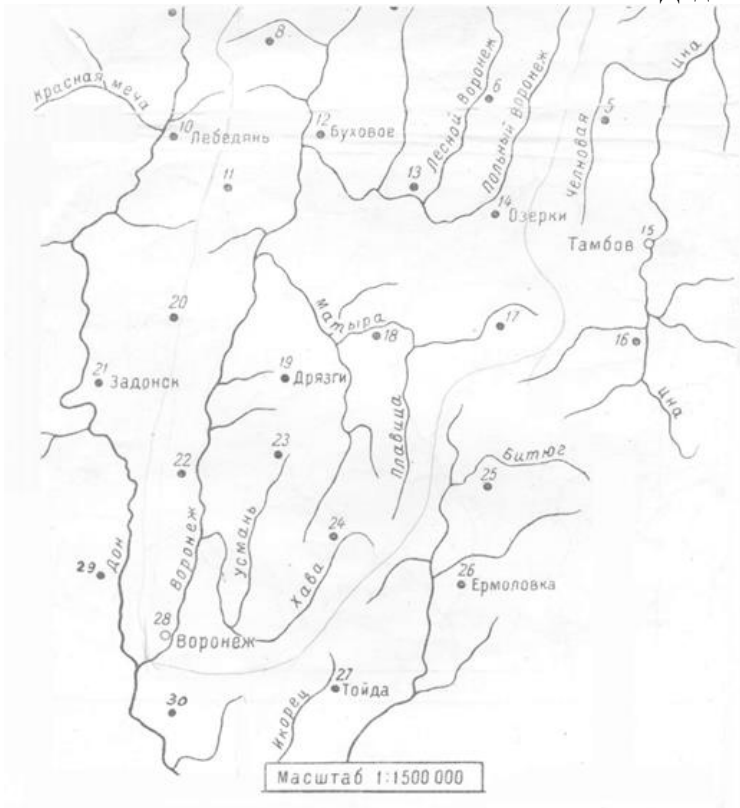
№ свердловини	Опади, P , мм	Сумарне випаровування, E , мм	Транспірація, T , мм	Приплив в ґрунтових вод, $P_{зр}$, мм	Відтік ґрунтових вод, $B_{зр}$, мм	ΔV (+, -)
1	500	150	50	2300	100	+2500
2	600	200	75	2750	120	?
3	550	520	43	2223	2500	?
4	700	150	60	2000	50	?
5	800	200	85	3750	700	?
6	950	520	30	4223	3000	?
7	1500	150	90	5300	10000	?
8	2600	200	10	7750	890	?

Висновок: Отже, дослідження за гідрологічний рік (з 01.10.2020 по 01.10.2021) показали, що баланс ґрунтових вод у 1 свердловині додатній. Позитивний баланс ґрунтових вод у свердловині забезпечує нормальний водно-повітряний та ґрунтовий режим для рослин та тваринних організмів, особливо у літні періоди.

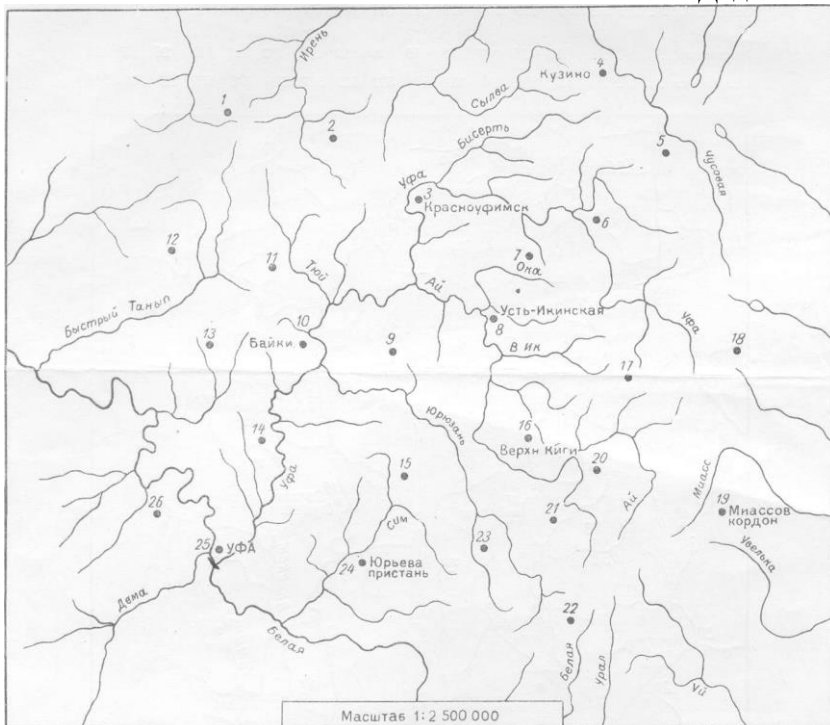
ДОДАТКИ

Додаток А

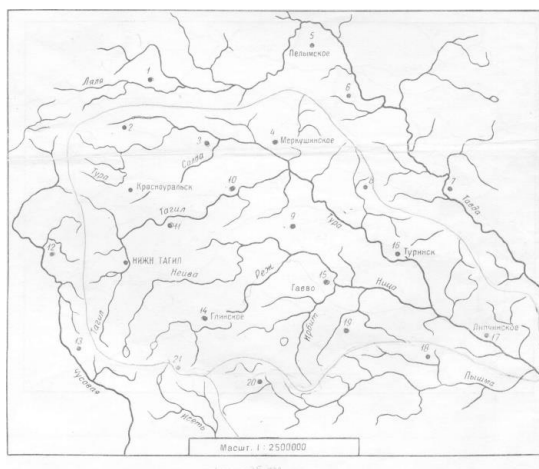




Додаток В



Додаток Г



Питання гарантованого рівня знань

1. Предмет і завдання навчальної дисципліни «Воднобалансові розрахунки».
2. Історія та сучасний стан водно-балансових досліджень і розрахунків.
3. Воднобалансові станції. Репрезентативні та експериментальні басейни.
4. Воднобалансові спостереження на постійних ділянках і сільськогосподарських полях.
5. Класифікація водних балансів.
6. Теоретичні основи водного балансу.
7. Зв'язок водного балансу з тепловим балансом.
8. Вибір розрахункових басейнів і періодів.
9. Календарний та гідрологічний роки періоди, сезони, весняне водопілля, дощові паводки, окремі фази гідрологічного режиму.
10. Рівняння водного балансу.
11. Замикання рівняння водного балансу і одиниці виміру його компонентів.
12. Метеорологічні спостереження на воднобалансових станціях.
13. Атмосферні опади, їх класифікація, роль у водно-балансових процесах. Прилади, поправки, густина опадомірної мережі, методи розрахунку опадів. Обчислення середньої кількості опадів по території.
14. Перейняття опадів рослинним покривом, стікання їх по гілках і стовбурах дерев. Опади під кронами дерев. Горизонтальні опади, конденсація вологи.
15. Сніговий покрив. Організація снігомірних зйомок. Обробка і аналіз результатів спостережень.
16. Сумарний стік. Схилувий, русловий і підрусловий (прирусловий) стік.
17. Організація і обладнання стокових і воднобалансових майданчиків.
18. Акумуляція води на поверхні басейну – від'ємних (замкнених) формах рельєфу, озерах, водосховищах, ставках, болотах.
19. Визначення запасів води в русловій мережі. Забори води на господарські потреби, скидання води.

20. Сумарне випаровування. Випаровування з поверхні суші.
21. Вимірювання випаровування за допомогою випарників і гідравлічних випарників, лізиметрів, принципи їх дії, обладнання.
22. Розрахункові методи визначення випаровування – метод водного і теплового балансів, комплексний, метод Константинова і турбулентної дифузії, біокліматичний.
23. Випаровування з рослинного і снігового покриву, водної поверхні.
24. Вологість ґрунтів. Методи вивчення вологості ґрунтів.
25. Водно-фізичні властивості ґрунтів.
26. Зйомка вологості ґрунтів. Проведення спостережень, обробка і аналіз результатів.
27. Спостереження за температурою, глибиною промерзання і таненням ґрунтів.
28. Підземне живлення річок.
29. Організація, розміщення і обладнання пунктів спостережень за ґрунтовими водами на воднобалансових станціях.
30. Обробка і аналіз результатів спостережень.
31. Фільтрація атмосферних вод в ґрунти. Вивчення фільтрації води за допомогою інфільтрометрів, штучного дощування, за матеріалами спостережень на малих водозборах воднобалансових станцій.
32. Мінливість основних елементів водного балансу і похибки воднобалансових розрахунків. Ув'язки водних балансів.
33. Водні баланси за багаторічний період, характерні за водністю роки, конкретні періоди окремих фаз гідрологічного режиму. Руслові водні баланси.
34. Аналіз водних балансів річкових басейнів. Водний баланс озер, водосховищ, боліт, зрошуваних і осушених земель, гірських басейнів.
35. Регіональні водні баланси областей, економічних районів, держав.
36. Водний баланс України. Водні баланси морів. Світового океану, окремих континентів і Землі в цілому. Водний баланс атмосфери.

Рекомендована та базова література

1. Гидрологические и водно-балансовые расчеты / Под ред. Н. Г. Галущенко. К., 1987.
2. Бабкин В. И., Вуглинский В. С. Водный баланс речных водосборов. Л., 1982.
3. Гушля А. В., Мезенцев В. В. Водно-балансовые исследования. К., 1982.
4. Руководство водно-балансовым станциям. Л., 1973.
5. Гідрологічні розрахунки для річок України / За ред. Г. І. Швеця. К., 1962.
6. Горошков И. Ф. Гидрологические расчеты. Л., 1979.
7. Богословський Б. Б., Самотин А. А., Соколов Д. П. Общая гидрология. Л. : Гидрометеоздат, 1984. 422 с.
8. Давыдов Л. К., Дмитриева А. А., Конкина Н. Г. Общая гидрология. Л. : Гидрометеоздат, 1973. 462 с.
9. Карасев И. Ф., Васильев А. В., Субботина Е. С. Гидрометрия. Л. : Гидрометеоздат, 1991. 376 с.
10. Загальна гідрологія / Левківський С. С., Хільчевський В. К., Ободовський О. Г. та ін. К. : Фітосоціоцентр, 2000. 264 с.
11. Лучшева А. А., Практическая гидрология. Л. : Гидрометеоздат, 1976. 440 с.

Допоміжна література

1. Ободовський О. Г. Гідролого-екологічна оцінка руслових процесів (на прикладі річок України). К. : Ніка-Центр, 2001. 274 с.
2. Ободовський О. Г. Руслові процеси / Вид. КДУ. Київ, 1998. 134 с.
3. Загальна гідрологія: підручник / Левківський С. С., Хільчевський В. К., Ободовський О. Г. та ін. За ред. Лисогора С. М. К. : Фітосоціоцентр. 2000. 264 с.
4. Загальна гідрологія: підручник / Хільчевський В. К., Ободовський О. Г., Гребінь В. В. та ін. ; за ред. Хільчевського В. К., Ободовського О. Г. К. : ВПЦ «Київський університет», 2008. 399 с.

5. Малі річки України: довідник / За ред. Яцик А. В., Бишовець Л. Б., Богатов Є. О. та ін. К. : Урожай, 1991. 296 с.
6. Справочник по водным ресурсам / Под ред. Стрельца Б. И. К. : Урожай, 1987. 304 с.
7. Яцик А. В. Водогосподарська екологія: у 4-х томах, 7 кн. К. : Генеза, 2004. Т. 2, кн. 3-4. 384 с.
8. Будз О. П. Гідрологія: інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/1842/>

Інформаційні ресурси

1. Клименко В. Г. Загальна гідрологія : навчальний посібник. Цифровий репозиторій Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. URL: http://eprints.kname.edu.ua/http://ekhnuir.univer.kharkov.ua/bitstream/123456789/3786/2/Zagalna_gidro.pdf
2. Загальна гідрологія : підручник / Левківський С. С., Хільчевський В. К., Ободовський О. Г. та ін. Цифровий репозиторій Уманський державного педагогічного університету імені Павла Тичини. URL: http://library.udpu.org.ua/library_files/ece/6468_01.pdf
3. Холоденко В. С. Сучасні методики встановлення екологічно допустимих мінімальних витрат води на ріках Прип'ятського Полісся України. *Географія та туризм: наук. збірник* / Відп. редактор Я. Б. Олійник. К. : Альтерпрес, 2012. Вип.21. С. 241–249. Цифровий репозиторій Київського національного університету імені Тараса Шевченка. URL: file:///D:/Downloads/gt_2012_21_36.pdf