

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК27- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Лист 30 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка» протокол
від «12» вересня 2024 р. № 5

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для проведення практичних занять з навчальної дисципліни «ТЕХНОЛОГІЇ ОХОРОНИ ВОДНИХ РЕСУРСІВ»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 103 «Науки про Землю»
освітньо-професійна програма «Управління земельними і водними ресурсами»
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
кафедра наук про Землю

Рекомендовано на засіданні
кафедри екології
«26» серпня 2024 р. № 8

Розробники: д.т.н., професор кафедри екології та природоохоронних технологій
Ірина ПАЦЕВА
к.пед.н., доцент кафедри наук про Землю Олена ГЕРАСИМЧУК

Житомир
2024

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК27- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арх. 30 / 2

ВСТУП

Мета методичних вказівок – навчити студентів виконувати гідрологічні розрахунки, визначати статистичні характеристики стоку, виконувати водогосподарські розрахунки.

Практична робота складається з пояснювальної записки і графічної частини. Пояснювальна записка об'єм 20-25 сторінок рукописного тексту виконується на аркушах паперу формату А4. У ній стисло викладаються необхідні описи і розрахунки, а також розрахункові таблиці. Записка закінчується загальними висновками, списком використаної літератури і підписом автору роботи.

Основою для виконання роботи є фактичні дані спостережень за стоком води в річці та її гідрографічна характеристика. Ці відомості студент отримує із завдання, яке розміщено у додатках, а також з гідрографічного опису річки.

До графічної частини роботи відносяться план, повздовжній переріз водосховища і поперечний – греблі, гістограма розподілу і крива забезпеченості. Усі ці креслення, крім плану водосховища, можна виконати в масштабі на стандартний аркушах, або на міліметровому папері.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК27- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арх. 30 / 3

1. ГІДРОМЕТРИЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ І РОЗРАХУНКИ

Гідрометричні спостереження є основою всіх подальших гідрологічних та інженерно-гідрологічних розрахунків. Від їх кількості і якості залежить точність, надійність і достовірність одержаних формул та інших розрахункових залежностей для визначення розмірів гідротехнічних споруд.

Спостереження організуються гідрометричною службою на річках, озерах та водосховищах. Вибір річки і місця розміщення водомірних гідрометричних постів визначається як розмірами цих водних об'єктів, так і репрезентативністю їх у водній системі будь-якого регіону. На великих річках створюються декілька водомірних постів, а на багатьох малих річках нема ні одного.

Програмою проведення гідрометричних робіт на посту передбачається вимірювання таких параметрів: рівні, площа поперечного перерізу русла, швидкість, витрати води і наносів, температура води. Крім того, можуть бути зафіксовані дати замерзання і скресання річки.

Вода рухається під дією сили тяжіння двома режимами: ламінарним і турбулентним.

Ламінарний рух – паралельноструменний рух, який більш характерний для підземних вод. В поверхневих потоках найчастіше спостерігається турбулентний рух, коли із часом в кожній точці змінюється швидкість як за величиною, так і за напрямком, вода перемішується.

Вода у водотоках може рухатись рівномірно або нерівномірно, підземні потоки, в основному, рухаються рівномірно. В річках вода рухається нерівномірно. При цьому на різних ділянках однієї річки виконуються такі умови:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

де v_1 і v_2 – швидкості відповідно на першій і другій ділянці річки, м/с;

ω_1 і ω_2 – площі поперечного перерізу відповідно на першій і другій ділянці річки, м².

1.1. Визначення кількісних характеристик стоку

Кількісними характеристиками стоку є: витрата води в потоці (Q) за розмірністю м³/с або л/с; об'єм стоку (V , м³), що проходить через певний час (рік, доба, година) через поперечний переріз потоку; модуль стоку (q) – кількість води, що стікає з одиниці водозбірної площі (км²) за одиницю часу і має розмірність л/с км²; шар стоку (h , мм), коефіцієнт стоку (η) – частина опадів, що потрапляє у водоток.

Всі параметри стоку зв'язані між собою і перераховуються за такими формулами:

$$V = QT, \quad (1)$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК27- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Лист 30 / 4

$$q = \frac{Q \cdot 10^3}{F}, \quad (2)$$

$$h = \frac{V}{10^3 F}, \quad (3)$$

$$\eta = \frac{h}{p}, \quad (4)$$

де T – час, с;

Q – витрата, м³/с;

V – об'єм, м³;

F – водозбірна площа, км²;

h – шар стоку, мм;

p – шар опадів, мм.

Завдання. Визначити весняний модуль стоку q з водозбірної площі F , якщо кількість опадів в даний період становить P (мм), а коефіцієнт стоку дорівнює η . Вихідні дані наведені у додатку 1.

1.2. Будова епюри швидкостей та визначення витрат води за даними вимірів наміткою та обертачем

На підставі вимірів глибин наміткою в поперечному перерізі русла річки на промірних вертикалях 2, 4, 6, 8 складається у масштабі профіль поперечного перерізу потоку. Зразок такого профілю наведений в додатку 4, а глибини в додатку 2.

Загальна площа поперечного перерізу потоку знаходиться за формулою:

$$\omega = 2a(H_2 + H_4 + H_6 + H_8), m^2 \quad (5)$$

де a - відстань між промірними вертикалями.

Для визначення швидкості на промірних вертикалях користуються даними вимірів обертів обертачем (додаток 2) і тарувальної кривої (додаток 5). При глибині води в руслі $H < 0,5$ м швидкості вимірюють один раз на глибині $0,6 H$. На вертикалях з глибиною $H = 0,5 \div 1,5$ м виміри виконуються двічі, тобто на глибинах $0,2 H$ і $0,8 H$, а при глибині $H > 1,5$ м – тричі (додатково – $0,6 H$), середня швидкість v на цих вертикалях знаходиться відповідно як:

$$v = \frac{v_{0,2H} + v_{0,8H}}{2}, \quad (6)$$

$$v = \frac{v_{0,2H} + 2v_{0,6H} + v_{0,8H}}{4}. \quad (7)$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК27- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Лист 30 / 5

1 Результати визначення швидкостей на швидкісних вертикалях заносяться в табл.

Таблиця 1

Результати заміру швидкостей, м/с

Глибина, м	Промірні вертикалі			
	2	4	6	8
0,2 Н				
0,6 Н				
0,8 Н				
Середні швидкості				

За даними табл. 1 будують епюри швидкостей за зразками: додаток 3 – на самій глибокій промірній вертикалі; додаток 4 – по ширині русла річки.

Витрати води в потоці води можуть визначатися двома шляхами: аналітичним і графічним. У першому випадку розрахунок здійснюють наступним чином. Осереднюючи швидкості на кожній елементарній ділянці поперечного перерізу потоку, що знаходиться між двома швидкісними вертикалями, можна визначити витрату води в даній частині потоку q за формулою:

$$q = \frac{(v_n + v_{n+1})}{4} \cdot (H_n + H_{n+1}) \cdot a, \text{ м}^3/\text{с} \quad (8)$$

Ця формула справедлива для середніх ділянок русла. Для крайніх ділянок русла, точки 1 і 10, конфігурація яких наближається до трикутника, витрати води знаходиться як:

$$q = K v_n \Delta \omega, \quad (9)$$

де K – коефіцієнт, величина якого залежить від форми трикутника і становить 0,4...0,8;

v_n – швидкість руху води на першій і останній промірних вертикалях, м/с;

$\Delta \omega$ – площа трикутника, яка дорівнює:

$$\Delta \omega = 0,5 H_n \cdot a, \quad (10)$$

де H_n – глибина першої промірної вертикалі, м.

Повна витрата води по всьому поперечному перерізі русла знаходиться за формулою:

$$Q = \Sigma q_i, \quad (11)$$

При графічному визначенні витрати води на кожній швидкісній вертикалі визначається питома витрата потоку q як:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК27- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арх. 30 / 6

$$q = v \cdot H, \text{ м}^2 / \text{с} , \quad (12)$$

Відкладаючи уверх в масштабі від рівня води на кожній вертикалі величини q і з'єднуючи верхні точки цих вертикальних відрізків, а також початкову і кінцеву точки поперечного перерізу одержують епюру витрат води (рис 1.), площа якої є сумарна витрата води в руслі.

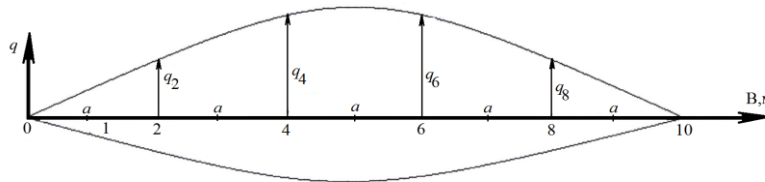


Рис. 1. Епюра питомих витрат води

1.3. Визначення витрат води у вільнорухомому ґрунтовому потоці і при відкачці води з нього

Для розрахунку кількості води в ґрунтовому потоці слід скористатися формулою Дарсі у такому вигляді:

$$Q = \omega \cdot K_{\phi} \frac{\nabla_B - \nabla_H}{L} , \quad (13)$$

де ω – площа поперечного перерізу потоку, м^2 ;

∇_B і ∇_H – відмітки поверхні води у верхній і нижній частині ґрунтового потоку, м;

L - довжина потоку, м.

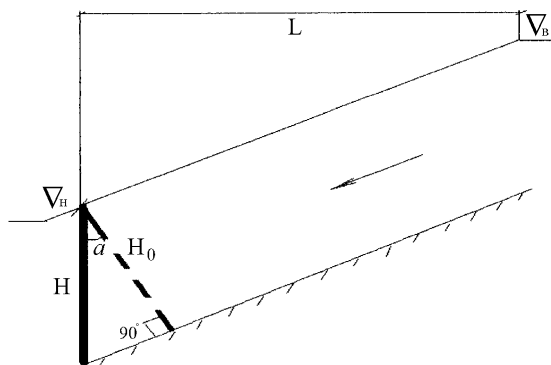


Рис. 2. Схема руху ґрунтових вод

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК27- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арх. 30/7

Площа поперечного перерізу потоку має форму прямокутника шириною B і висотою H_0 , звідки:

$$\omega = H_0 B, \quad (14)$$

Висота H_0 це лінія, яка перпендикулярна напрямку потоку (рис. 2.) і знаходиться як:

$$H_0 = H \cos \alpha, \quad (15)$$

де H – вертикальна пряма в ґрунтовому потоці, м.

При відкачці води з ґрунтового потоку за допомогою насоса, що встановлюється в бурових або шахтних колодязях, утворюється депресійна воронка (рис. 3).

Розрахунок припливу води до колодязя можна визначати за формулою:

$$Q = 1.35 K_{\phi} \frac{H^2 - h_0^2}{\lg R/r}, \quad (16)$$

де H – потужність водоносного пласта;

h_0 – глибина води в колодязі після відкачування, м;

R – радіус впливу;

r – радіус колодязя, м.

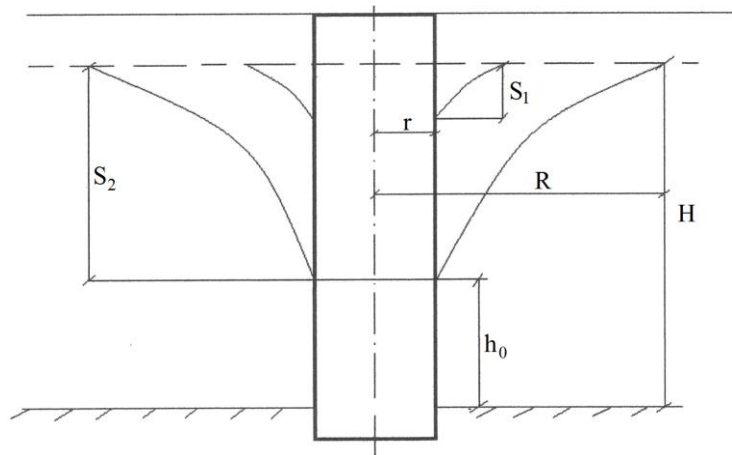


Рис. 3. Схема припливу води до колодязя

Всі вихідні параметри для розрахунку п. 1.3 у додатку 6.

1.4. Будова гідрографа формування стоку

Завдання виконується за двома попередніми умовами:

- інтенсивність дощу однакова на всіх площах;
- швидкість стоку однакова в часі і тому положення ізохрон на плані місцевості стабільне.

Для виконання цього завдання студентам задається тривалість дощу ($t=6$ діб), його інтенсивність (h) і площа (f) між двома сусідніми ізохронами (додаток 7). Теоретична частина даного питання наведена [2] на сторінках 32 і 33.

На кожній ділянці за кожну добу визначається об'єм стоку як:

$$V = fh \cdot 1000, \text{ м}^3 \quad (17)$$

де f – площа ділянки між двома сусідніми ізохронами, км^2 ;

h – шар дощу, мм.

Цей об'єм разом з об'ємами з інших ділянок потрапляє в річку і рухається до контрольного створу. Причому кожна вище розташована ділянка віддалена в часі від нижче розташованої на добу. Додавши всі об'єми, які надходять за кожну добу до контрольного створу будують гідрограф добігання, зразок якого наведений на рис. 4.

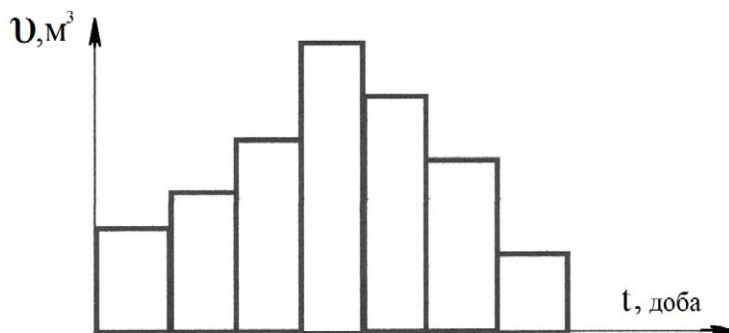


Рис. 4. Гідрограф стоку

Об'єми води, що повинні надходити щодобово до контрольного створу потрібно записати до табл. 2

Таблиця 2

Номер ділянки	Об'єм води, м^3					
	Доба					
	1	2	3	4	5	6
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
Σ						

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК27- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арх. 30 / 9

2. ГІДРОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

Гідрологічні розрахунки мають різну мету. В залежності від кількості спостережень (довжини ряду) методи розв'язання завдань не зовсім однакові. Спочатку визначаються основні характеристики стоку: середньоарифметична величина або норма стоку, коефіцієнти варіації і асиметрії.

Слід пам'ятати, що стік може бути представлений у вигляді різних параметрів і одиниць.

Це витрати Q , модуль q , шар h , об'єм V_3 з відповідними одиницями: $\text{м}^3/\text{с}$, $\text{л}/\text{с км}^2$, мм і м^3 . Всі вони переводяться в однакові розмірності за допомогою простих залежностей [1...5]. Для виконання розрахунково – графічної роботи в завданні (додаток 8 і 9) наведені ряди спостережень для кожної вказаної раніше річки. Користуючись цими даними, студенти повинні виконати ряд відповідних розрахунків.

2.1. Визначення норми стоку

При достатній кількості даних (біля 100 років) норма стоку визначається як середня арифметична даного ряду, тобто

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n}, \quad (18)$$

де n – число членів ряду.

При недостатній кількості даних ($n < 30$ років) виникає потреба в продовженні ряду за більш довгим рядом річки – аналогом. Для цього може бути використаний метод парної регресії.

Кореляційний метод

Кореляційний метод застосовують для визначення норм гідрометеорологічних факторів, продовження варіаційних рядів і відновлення вибраваних або пропущених даних спостережень. Умовами для його застосування є наявність:

- 1). неперерваного з обмеженою кількістю даних варіаційного ряду;
- 2). довгострокового ряду аналогу.

В даній роботі за допомогою цього методу треба продовжувати гідрологічний ряд річки, яка вказана в додатку 8 за річкою-аналогом і знайти норму її стоку.

Відібравши річку-аналог, або створ даної річки, з довгим періодом спостережень (в нашому випадку річка-аналог вказана в завданні), і використовуючи короткий ряд за основною річкою, яка теж вказана в завданні (додаток 8), одержують рівняння регресії, що має такий вигляд:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК27- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арх. 30 / 10

$$Q_i - Q_{cp} = r \frac{\sigma_Q}{\sigma_{QA}} (Q_{Ai} - Q_{Acp}), \quad (19)$$

де Q_i і Q_{Ai} – витрати даної річки і річки-аналогу в будь-який рік спостережень;
 Q_{cp} і Q_{Acp} – середні значення витрат за загальний період спостережень;
 r – коефіцієнт кореляції.

Виходячи з формули (19) визначаємо річну величину стоку з даної річки, в рік відсутності спостережень за формулою:

$$Q_i = r \frac{\sigma_{Qi}}{\sigma_{QA}} (Q_{Ai} - Q_{Acp}) + Q_{cp} \quad (20)$$

Розрахунки починають із визначення коефіцієнта кореляції за формулою:

$$r = \frac{\sum (\Delta Q \cdot \Delta Q_A)}{\sqrt{\sum \Delta Q^2 \cdot \sum \Delta Q_A^2}}, \quad (21)$$

де ΔQ і ΔQ_A – різниця між ітовими і середніми значеннями даної річки і аналогу.
Середні квадратичні відхилення, в свою чергу, визначають за формулами:

$$\sigma_Q = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - Q_{cp})^2}{n-1}}, \quad (22)$$

$$\sigma_{QA} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{Ai} - Q_{Acp})^2}{n-1}}. \quad (23)$$

У всіх випадках використовують ряди з одночасним періодом спостережень.
Всі розрахунки потрібно звести в табл. 3.

Таблиця 3

Визначення допоміжних даних для розрахунків «r», « σ_Q і σ_{QA} »

№ п/п	Рік	Q , м ³ /с	Q_A , м ³ /с	ΔQ	ΔQ_A	ΔQ^2	ΔQ_A^2	$\Delta Q \cdot \Delta Q_A$
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Примітка: графи 5-9 заповнюються лише для короткого і одночасного періоду спостережень ряду аналога.

Знайшовши за формулою (20) всі дані, яких не вистачає для заданої річки в роки, коли не було спостережень і одержавши тим самим довгий ряд (табл. 4), знаходять норму стоку за формулою (18).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК27- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Док. 30 / 11

Таблиця 4

Рік	Дані спостережень	Розрахункові дані

2.2. Визначення коефіцієнтів варіації та асиметрії

Для порівняння мінливості окремих рядів, які відрізняються своїми значеннями, використовують коефіцієнти варіації (C_v), які визначаються за формулою:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K-1)^2}{n-1}}, \quad (24)$$

де K – модульний коефіцієнт, який визначається як відношення Q_i / Q_{cp} .

Ряд є симетричним, коли додатні і від’ємні відхилення від середнього арифметичного (Q_i , Q_{cp}) повторюються однаково часто, тобто симетрично групуються відносно центру розподілу.

У тих випадках, коли додатні або від’ємні відхилення повторюються часто або рідко, ряд асиметричний. Асиметричність ряду характеризуються коефіцієнтом асиметрії, який визначається за формулою:

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (K-1)^3}{(n-1)C_v^3}. \quad (25)$$

Для визначення значень C_v і C_s потрібно взяти продовжуваний ряд заданої річки, а розрахунки занести у табл.5

Таблиця 5

Розрахунок параметрів для визначення C_v і C_s

Роки	Q , м ³ /с	Q в убиваючому порядку	$K = \frac{Q_i}{Q_{cp}}$	$K-1$	$(K-1)^2$	$(K-1)^3$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК27- 01-2024
	Випуск 1	Зміна 0	Екземпляр № 1	Арх. 30 / 12

2.3. Визначення забезпечених величин

Розрахунок усіх гідротехнічних споруд і багатьох водогосподарських і екологічних заходів виконують виходячи із забезпечених величин гідрометеорологічних факторів. Під забезпеченістю будь-якої величини гідрометеорологічного ряду, розташованої в порядку зменшення розуміють ймовірність перевищення даного значення серед сукупності всіх інших значень. Забезпеченість «найчастіше» зображається у відсотках, а розрахунковими величинами є модульні коефіцієнти « $K_p\%$ ». В залежності від наявності і кількості даних спостережень є декілька способів визначення забезпеченості величин ряду і $K_p\%$. Одним з них є будова кривих забезпеченостей, за допомогою яких визначають модульні коефіцієнти величин, що рідко повторюються.

2.3.1. Будова емпіричної кривої забезпеченості

Спочатку розглянемо спосіб визначення забезпеченості при наявності короткого 30-40 річного ряду.

Цей спосіб полягає у наступному. Члени хронологічного ряду спостережень за “ n ” років розташовують у порядку зменшення з наданням кожному числу порядкового номера “ m ”, який змінюється від 1 до “ n ”.

Для кожного значення розраховують ймовірність перевищення серед сукупності всіх значень, що маємо в ряду, за допомогою формули:

$$P_m = \frac{m}{n+1} \cdot 100\% \quad (26)$$

Наносячи на графік точки з координатами (P_m і Q_m), та усереднюючи їх на око, одержують криву забезпеченості гідрологічної характеристики, що розглядається.

Студентам треба для продовжуваного ряду витрат річки розрахувати забезпеченість кожного члену ряду і побудувати криву забезпеченості. Всі розрахунки звести у табл.6.

Таблиця 6

Розрахунок емпіричної кривої забезпеченості

Роки	Q , m^3/c	Q в убиваючому порядку	m	$K = \frac{Q_m}{Q_{cp}}$	$P = \frac{m}{n+1} 100\%$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК27- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Док. 30/13

2.3.2. Будова аналітичної кривої забезпеченості

Аналітичну криву забезпеченості будують, а частіше добудовують, при обмеженій кількості даних спостережень, коли емпірична крива забезпеченості слабо або зовсім не дає можливості визначити Q або K на кінцевих ділянках, які відносяться до області великих і малих значень стоку.

Аналітичні криві забезпеченості будують при відомих параметрах Q (Q_{cp}). C_v і C_s за допомогою таблиць трьохпараметричного гамма або біномального розподілу.

В таблиці біномального розподілу приводяться нормовані відхилення модульних коефіцієнтів $K_{p\%}$ від одиниці (тобто від середнього значення), які виражені в частках коефіцієнта варіації в залежності від забезпеченості при фіксованих коефіцієнтах асиметрії.

Ці відхилення називаються числами Фостера і визначаються за формулою:

$$\Phi_{p\%} = \frac{K_{p\%} - 1}{C_v}, \quad (27)$$

з формули (26) можна записати:

$$K_{p\%} = \Phi_{p\%} C_v + 1, \quad (28)$$

Тоді витрати завданої забезпеченості, в свою чергу, визначаються як:

$$Q_{p\%} = K_{p\%} Q_{cp} = (\Phi_{p\%} C_v + 1) Q_{cp}. \quad (29)$$

У подальшому порядок побудови кривої забезпеченості аналогічний попередньому параграфу.

Для побудови цієї кривої забезпеченості необхідно скористатися величинами Q_{cp} , C_v , C_s , які одержані в підрозділах 2.1 і 2.2 і додатковому матеріалу, в якому приведені числа Фостера (додаток 10). Всі розрахунки слід звести в таблицю 7.

Таблиця 7

Визначення теоретичних значень (зразок)

P, %	0,01	0,1	1	5	10	25
$\Phi_{p\%}$	3,94	3,23	2,4	1,67	1,29	0,66
$K_{p\%}$	2,4	2,2	1,8	1,6	1,4	1,2
$Q_{p\%}$	16,6	15,2	12,4	11,0	9,7	8,3

Продовження таблиці 7

P, %	50	75	90	95	99	99,9	99,99
$\Phi_{p\%}$	-0,02	-0,68	-1,17	-1,61	-2,25	-2,25	
$K_{p\%}$	0,99	0,75	0,5	0,4	0,2	-0,06	
$Q_{p\%}$	6,8	5,2	3,5	1,8	1,4	-0,04	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК27- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Лист 30 / 14

Емпіричну і аналітичну криві забезпеченості можна побудувати на одному сумісному графіку.

2.4. Побудова гістограми розподілу і кривої забезпеченості при достатній кількості даних

Цей спосіб застосовується при великому об'ємі спостережень (більше 50 років). Криві повторюваності і забезпеченості будують за згрупованими даними. Для цього всю амплітуду коливань випадкової величини $A = Q_{max} - Q_{min}$ (різниця між максимальними і мінімальними величинами в ряду спостерігаючої величини) ділять на інтервали, або розряди ΔQ , і підраховують, скільки значень потрапило в кожний з них, тобто визначають абсолютну частоту n .

Число інтервалів C призначають від 6-12 в залежності від числа спостережень, щоб при діленні A/C по можливості одержувати цілі числа, а інтервал ΔQ був однаковим.

Відібрані інтервали не повинні перекриватися, щоб сусідні значення спадаючого ряду не потрапили в суміжні інтервали. Контролем при підрахунку абсолютних частот за розрядами є рівність:

$$\sum_1^c n_i = N, \quad (30)$$

Для кожного інтервалу розраховують відносну частоту:

$$m_i = \frac{n_i}{N}, \quad (31)$$

При цьому, враховуючи формулу (30) одержують:

$$\sum_1^c m_i = 1 \quad (32)$$

Всі розрахунки зводяться в таблицю 8.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК27- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Лист 30 / 15

Таблиця 8

Емпіричний розподіл середньорічних витрат води

№ інтервалу	ΔQ , $\text{м}^3/\text{с}$	Частота		Накопичена відносна частота Σm_i
		Абсолютна n_i	Відносна m_i	
1	399-370	2	0,0213	0,0213
2	369-340	3	0,0323	0,0538
3	339-310	4	0,0430	0,0968
.....				
10	129-100	3	0,0323	1,000
		93	1,000	

$$A=399-100=299 \quad 299/10=29,9=30$$

Графік розподілу відносних частот за інтервалом називається гістограмою розподілу, яка перетворюється в криву розподілу, якщо маємо нескінченне число членів ряду, а інтервал зменшуємо до нескінченно малої величини. Цей графік показує найбільш характерні риси розподілу: загальну форму розподілу, інтервал найбільших частот, характер асиметрії.

Гістограму будують таким чином. Після всіх розрахунків і заповнення таблиці 8 на міліметровому папері в обраному масштабі по осі ординат відкладають нижні межі інтервалів ΔQ_i , а по осі абсцис – відносні частоти m_i . В результаті одержують ряд з'єднаних прямокутників. Це і є ступеневий графік розподілу, або гістограма розподілу (рис.1).

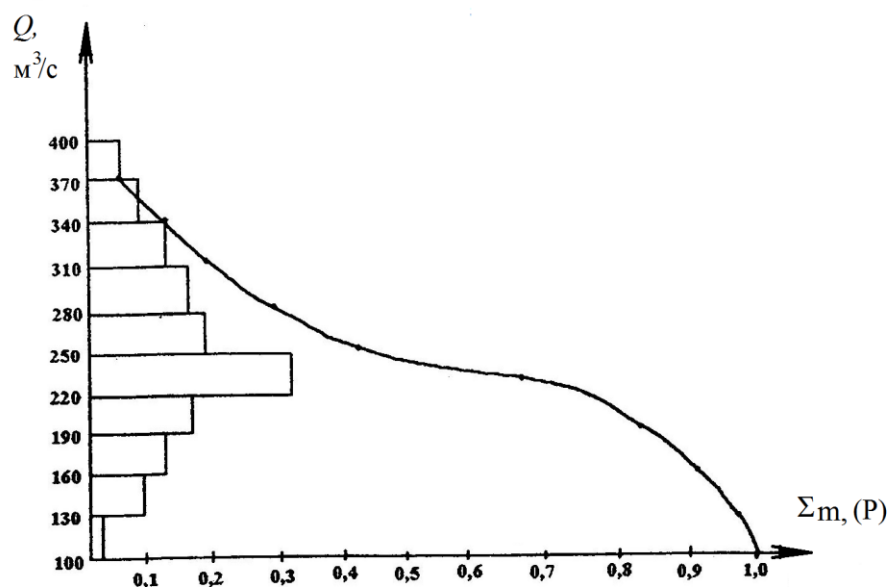


Рис 1. Гістограма і емпірична крива забезпеченості

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК27- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Лист 30 / 16

На цьому ж графіку за даними кінцевої графі табл. 8 креслять також емпіричну криву забезпеченості середньорічних витрат води. Слід пам'ятати, що накопичені відносні частоти Σ_{mi} відповідають нижнім межам інтервалів.

Для розрахунків і будови гістограми та кривої забезпеченості студентам треба взяти відповідно до завдання на розрахункову роботу новий ряд з числом членів більше 50 (додаток 11).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК27- 01-2024
	Видуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Лист 30 / 17

ДОДАТКИ

Додаток 1

Вихідні дані для виконання завдання 1.1

№ у списку	R , мм	η	T , доб.	F , тис. км ²
1	50	0,60	30	4
2	60	0,65	30	6
3	70	0,70	30	8
4	80	0,75	30	10
5	90	0,80	30	12
6	70	0,60	45	14
7	90	0,65	45	16
8	110	0,75	45	18
9	120	0,80	45	20
10	190	0,85	45	22
11	110	0,60	60	24
12	120	0,65	60	26
13	150	0,70	60	28
14	170	0,75	60	30
15	190	0,80	60	32
16	190	0,60	75	34
17	200	0,65	75	36
18	230	0,75	75	38
19	250	0,80	75	40
20	260	0,85	75	42
21	270	0,60	90	44
22	290	0,95	90	46
23	240	0,70	90	48
24	250	0,75	90	50
25	280	0,80	90	52

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК27- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Лист 30/18

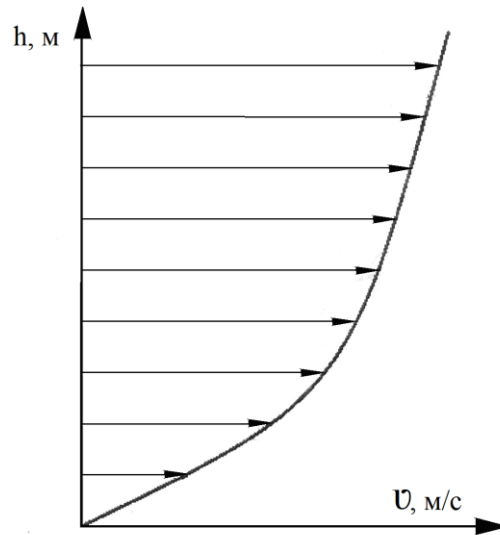
Додаток 2

Вихідні дані для визначення завдання 1.2

№ у списку	Глибина в точці, м				Число обертів на вертикалях, об/хв				Відстань між промірними вертикалями, м
	2	4	6	8	2	4	6	8	
1	0,3	0,7	1,3	0,9	5	6;9	6;9	6;10	0,5
2	0,4	0,6	0,8	1,4	6	6;9	5;9	7;11	1,0
3	0,5	1,1	1,6	0,7	8	6;10	6;8;11	5;10	1,5
4	0,6	1,0	1,7	0,9	4,5;8	6;10	6;8;12	6;10	2,0
5	0,7	1,4	1,1	0,6	5;8	7;11	6;11	5;9	2,5
6	0,8	1,3	1,8	0,8	6;9	7;11	7;9;12	5;10	3,0
7	0,9	1,5	1,9	0,7	6;10	7;12	7;9;12	5;9	0,5
8	1,0	1,7	1,6	1,0	6;11	7;9;12	6;8;11	6;10	1,0
9	1,1	1,9	1,4	0,6	6;11	8;19;12	6;11	5;9	1,5
10	1,2	1,6	1,2	0,7	6;12	7;9;11	6;10	5;10	2,0
11	1,3	1,8	0,9	0,5	6;12	7;10;12	5;10	8	2,5
12	1,4	1,6	1,2	0,7	7;11	6;8;11	6;10	5;10	3,0
13	1,5	1,4	1,0	0,4	7;12	6;12	5;10	5;9	0,5
14	1,2	1,4	0,9	0,4	6;11	6;12	5;10	7	1,0
15	1,1	1,7	1,1	0,5	5;10	7;10;12	6;11	7	1,5
16	0,8	1,6	1,9	0,7	5;9	6;10;12	7;10;13	5;9	2,0
17	0,7	1,5	0,9	0,4	5;9	6;10	5;10	7	2,5
18	0,5	1,6	1,0	0,7	5;8	6;9;11	5;11	5;9	3,0
19	0,3	1,1	1,9	0,8	5	6;10	7;9;12	5;10	0,5
20	0,6	1,6	1,2	0,6	5;7	7;9;12	6;11	5;7	1,0
21	0,9	1,8	1,4	0,7	6;9	7;10;13	7;12	5;8	1,5
22	1,1	1,7	2,0	1,0	6;10	7;10;13	7;10;13	6;10	2,0
23	1,2	1,5	1,9	0,9	6;10	7;12	7;10;12	5;10	2,5
24	1,3	1,6	2,1	0,9	6;11	6;9;11	8;10;13	5;9	3,0
25	1,4	1,7	2,1	0,8	7;11	6;9;12	7;10;13	5;9	0,5

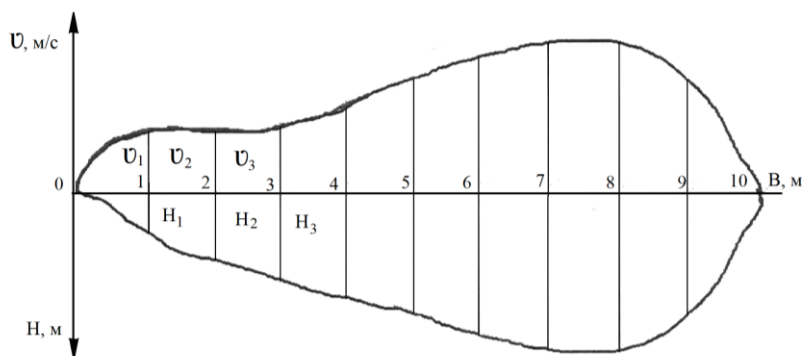
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК27- 01-2024
	Випуск 1	Зміна 0	Екземпляр № 1	Арх. 30/19

Додаток 3



Епюра швидкості на промірній вертикалі N....

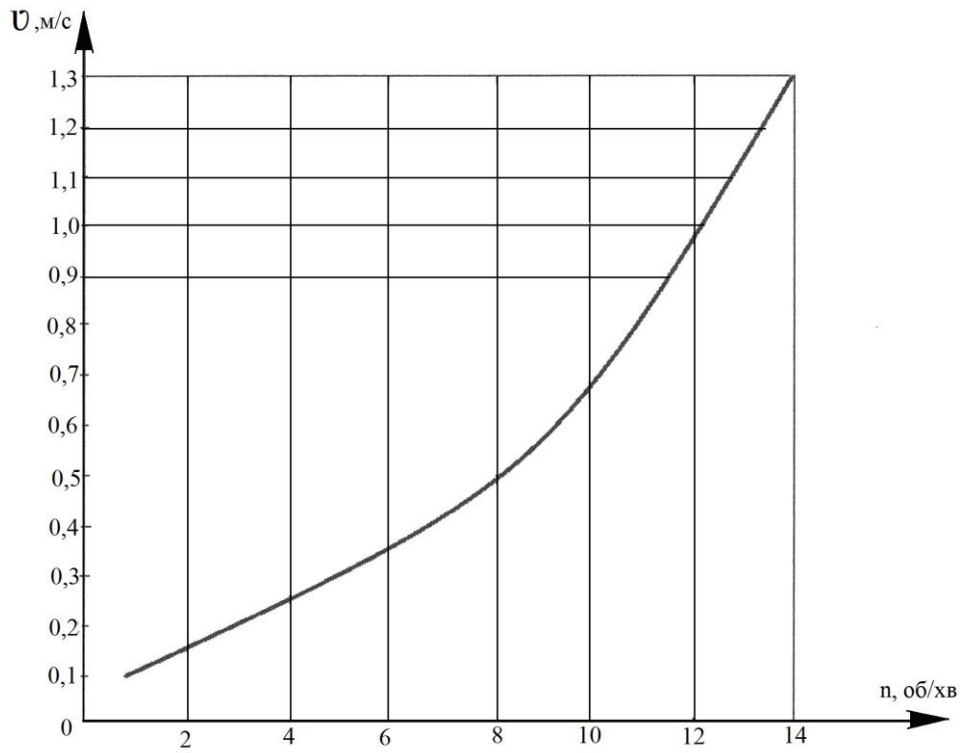
Додаток 4



Поперечний переріз русла і епюра швидкостей по ширині русла

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК27- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Лист 30 / 20

Додаток 5



Тарувальна крива

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК27- 01-2024
	Випуск I	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арх. 30 / 21

Додаток 6

Вихідні дані для виконання завдання 1.3

Перша літера прізвища	B	K_ϕ	∇_B	∇_H	Перша літера імені	H	R	r	h_0	a°
А	10	20	40	25	А	4	100	0,5	1,0	5
Б	15	19	41	25	Б	5	110	0,6	1,5	10
В	20	18	42	25	В	6	120	0,7	2,0	15
Г	25	17	43	25	Г	7	130	0,8	2,5	20
Д	30	16	44	25	Д	8	140	0,9	3,0	25
Е	35	15	45	25	Е	9	150	1,0	3,5	30
Ж	40	14	46	30	Ж	10	160	1,1	4,0	35
З	45	13	47	30	З	11	170	1,2	4,5	40
І	50	12	48	30	І	12	180	1,3	5,0	45
К	55	11	49	30	К	13	190	1,4	5,5	5
Л	60	10	50	30	Л	14	200	1,5	6,0	10
М	65	9	51	30	М	15	210	0,5	2,0	15
Н	70	8	52	30	Н	16	220	0,6	2,5	20
О	75	7	53	30	О	17	230	0,7	3,0	25
П	80	5	54	30	П	18	240	0,8	3,5	30
Р	85	4	55	30	Р	19	250	0,9	3,6	35
С	90	3	56	30	С	20	260	1,0	3,7	40
Т	85	5	57	30	Т	10	250	1,1	3,8	45
У	80	7	58	20	У	11	240	1,2	3,9	5
Ф	70	8	59	20	Ф	12	230	1,3	4,0	10
Х	65	9	60	20	Х	13	220	1,4	4,1	15
Ц	60	10	61	20	Ц	14	210	1,5	4,2	20
Ч	55	11	62	20	Ч	15	200	0,5	4,3	25
Ш	50	10	63	20	Ш	16	190	0,6	4,4	30
Щ	45	13	64	20	Щ	17	180	0,7	4,5	35
Є	40	14	65	20	Є	18	170	0,8	4,6	40
Ю	35	15	66	20	Ю	19	160	0,9	4,7	45
Я	30	16	67	20	Я	20	150	1,0	4,8	5

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК27- 01-2024
	Випуск I	Зміни 0	Екземпляр № I	Лист 30 / 22

Додаток 7

Вихідні дані для виконання завдання 1.4

№ в списку	Тривалість дощу, доб	Площа, км ²						Шар дощу, мм					
		f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	h_6
1	3	0,5	0,6	1,0	0,7	0,8	0,7	5	10	8			
2	4	0,4	0,7	0,9	0,8	0,7	0,6	4	10	7	6		
3	5	0,7	0,8	1,0	0,7	0,5		6	8	9	11	7	
4	6	0,8	1,0	0,9	0,6			3	6	8	7	5	4
5	3	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,5	5	7	6			
6	4	0,8	0,8	0,9	0,9	0,7	0,6	2	7	7	5		
7	5	0,8	0,9	1,0	1,1	1,0	0,7	3	6	5	7	4	
8	6	0,4	0,7	1,1	0,9	0,6		5	7	7	6	7	4
9	3	0,7	0,8	1,2	1,0	0,9		7	7	8			
10	4	0,6	0,9	1,1	1,0	0,7		8	9	10	8		
11	5	0,3	0,6	0,8	0,9	0,7		9	9	11	12	4	
12	6	0,6	0,8	1,9	1,0			8	10	11	13	7	3
13	3	1,0	1,1	1,2	0,9	0,7	0,5	6	8	5			
14	4	0,8	1,0	1,1	1,2	0,9	0,7	6	8	9	4		
15	5	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0		7	9	9	5	3	
16	6	1,0	1,3	1,5	1,4	1,4		9	9	10	13	11	7
17	3	1,2	1,4	1,5	1,4	1,2	0,9	4	6	6			
18	4	1,1	1,3	1,5	1,3	1,3	1,2	5	7	7	6		
19	5	0,9	1,0	1,2	1,4	1,3	0,9	7	8	9	6	5	
20	6	0,8	1,2	1,3	1,2	1,0		7	8	10	9	6	5
21	3	0,8	1,0	1,1	1,1	1,1	0,9	5	8	7			
22	4	0,7	0,9	1,0	1,2	1,0		5	9	10	7		
23	5	0,6	0,9	0,9	0,9	0,8	0,6	5	9	12	7	4	
24	6	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0		6	9	12	13	7	5
25	7	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	6	8	10	10	9	5

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК27- 01-2024
	Випуск I	Зміни 0	Екземпляр № I Арх. 30 / 23

Додаток 8

Завдання до розрахункової роботи 2.1

Початкова літера прізвища	Назва річок	Роки
А	Тетерів – Гуйва	1961 – 1974
Б	Тетерів – Гуйва	1981 – 1995
В	Гуйва – Гнилоп'ять	1981 – 1975
Г	Гуйва – Гнилоп'ять	1981 – 1995
Д	Ірша – Жерев	1961 – 1974
Е	Ірша – Жерев	1981 – 1994
Ж, З	Жерев – Каменка	1961 – 1975
І	Жерев – Каменка	1982 – 1995
К	Каменка – Уборть	1961 – 1975
Л	Каменка – Уборть	1982 – 1995
М	Уборть – Перга	1971 – 1985
Н	Чорна – Случ	1961 – 1975
О	Чорна – Случ	1981 – 1995
П	Случ – Глибока	1961 – 1974
Р	Случ – Глибока	1981 – 1995
С	Глибока – Уж	1961 – 1974
Т	Глибока – Уж	1981 – 1995
У	Уж – Норін	1961 – 1974
Ф	Уж – Норін	1981 – 1995
Х, Ц	Норін – Льва	1961 – 1974
Ч	Норін – Льва	1981 – 1995
Ш	Льва – Горинь	1961 – 1975
Щ	Льва – Горинь	1981 – 1995
Ю	Горинь – Буг	1961 – 1975
Я	Горинь – Буг	1981 – 1995

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК27- 01-2024
	Видрук 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Док. 30 / 24

Додаток 9

Середньорічні витрати, м³/с

Роки	Річки							
	Чорна	Случ	Глибока	Уж	Норін	Льва	Горинь	Буг
1961	6,0	21,0	8,7	10,4	15,6	10,1	17,7	21,9
1962	6,2	24,7	10,2	9,3	10,3	8,3	12,2	16,4
1963	4,8	13,6	3,7	4,8	6,1	3,2	5,2	8,4
1964	4,8	13,2	4,1	5,6	7,0	3,0	4,5	6,1
1965	5,6	10,6	2,0	3,1	4,6	1,9	4,5	6,2
1966	5,8	15,4	6,1	7,5	12,4	4,7	6,3	12,9
1967	7,1	17,3	3,0	6,0	13,6	5,3	7,4	13,6
1968	6,6	14,1	5,1	4,5	7,3	3,1	6,1	13,5
1969	3,9	15,1	3,7	4,9	7,7	4,1	6,0	14,0
1970	3,1	10,9	3,2	3,1	5,2	3,7	6,3	11,4
1971	4,5	12,6	3,4	5,4	7,9	6,2	10,4	15,6
1972	5,3	15,7	5,0	8,3	9,4	7,4	11,1	15,8
1973	6,1	18,2	5,5	9,9	12,1	9,2	14,4	19,3
1974	6,0	16,5	4,1	6,4	8,6	6,4	8,3	15,0
1975	4,4	12,7		2,6		3,4	16,8	20,7
1976		11,1		12,7		2,9		12,7
1977		14,6		7,4		3,4		11,1
1978		16,8		5,9		8,1		14,4
1979		12,9		4,2		2,5		16,8
1980		16,7		7,8		8,8		12,9
1981	6,7	16,0	7,9	9,6	15,3	12,5	19,5	24,3
1982	7,7	17,3	7,0	6,7	8,1	3,7	8,3	15,9
1983	4,0	12,3	3,7	4,4	7,3	3,7	8,0	14,7
1984	3,9	11,5	2,5	1,9	5,4	3,1	6,5	13,4
1985	3,7	14,3	3,7	3,2	7,1	6,2	11,5	17,7
1986	2,8	10,9	2,1	3,1	6,2	5,7	7,4	13,6
1987	2,0	9,4	1,9	2,5	4,7	3,4	6,1	13,0
1988	4,5	12,7	2,7	4,0	7,4	5,7	7,3	13,9
1989	4,5	12,0	3,0	3,5	4,0	3,6	5,1	12,1
1990	4,0	11,4	2,1	2,9	3,5	3,0	5,1	11,4
1991	7,0	16,2	4,4	5,3	7,5	4,9	8,0	16,3
1992	5,1	12,4	2,0	2,3	6,1	4,2	8,4	25
1993	7,9	17,1	5,7	6,6	10,4	7,3	12,9	18,1
1994	6,4	13,7	3,1	4,2	7,3	5,8	7,4	14,7
1995	7,9	18,1	7,4	4,5	13,7	10,4	14,7	21,0

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК27- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Лист 30 / 25

Продовження додатку 9

Роки	Річки							
	Тетерів	Гуйва	Гнилоп'ять	Ірша	Жерев	Камянка	Уборть	Перга
1961	21,0	9,0	4,3	3,5	2,4	5,4	13,0	
1962	34,6	17,2	10,7	6,9	8,5	18,6	20,9	
1963	19,3	5,2	3,1	3,5	1,9	4,7	6,0	
1964	10,4	4,3	3,0	1,3	1,6	5,1	6,2	
1965	12,5	6,3	4,5	2,7	2,0	6,0	7,8	
1966	27,3	12,7	8,3	6,2	7,3	12,3	17,8	
1967	15,4	11,1	7,9	5,8	6,1	10,4	13,4	
1968	20,9	14,1	9,9	6,9	7,0	13,6	17,6	
1969	20,8	14,4	9,8	7,1	8,2	14,9	21,5	
1970	25,4	16,8	10,1	9,8	12,5	19,6	28,4	
1971	21,3	12,9	8,4	10,3	11,4	17,5	21,0	27,4
1972	17,4	7,4	5,3	4,6	3,7	6,1	8,3	13,6
1973	13,8	6,1	3,7	4,2	3,6	5,9	7,4	8,7
1974	15,6	9,9	4,5	3,9	2,0	4,0	7,0	9,3
1975		5,5	3,0		1,8	6,4	9,3	12,7
1976		6,0			1,9		21,0	15,9
1977		7,3			2,1		24,7	20,6
1978		12,3			2,2		17,7	19,3
1979		11,5			3,7		9,6	8,7
1980		14,3			6,5		13,7	14,3
1981	27,4	18,1	9,4	5,3	2,3		8,8	8,1
1982	28,6	18,7	6,1	10,0	2,7	4,7	5,2	7,4
1983	31,9	19,5	12,6	4,6	1,9	4,0	11,6	10,9
1984	15,4	10,9	7,4	5,0	2,0	5,3	11,8	10,9
1985	10,3	9,6	7,7	6,9	2,9	7,1	11,7	10,3
1986	10,4	11,1	8,6	4,1	1,8	6,0	14,2	
1987	7,6	8,0	6,0	7,0	2,7	7,4	15,2	
1988	8,9	6,5	5,5	4,7	3,5	9,8	9,4	
1989	12,6	8,4	7,1	10,6	7,9	15,6	17,8	
1990	7,0	6,4	5,0	11,9	9,6	19,3	19,6	
1991	8,4	6,1	6,1	7,5	3,4	7,4	6,7	
1992	10,5	8,0	7,2	8,9	7,5	12,5	14,4	
1993	9,3	6,2	4,9	12,4	10,9	15,1	10,5	
1994	11,4	7,7	6,6	8,3	6,4	9,8	8,9	
1995	14,6	10,4	8,3	7,4	3,6	4,7	12,6	

Відхилення ординат біноміальної кривої забезпеченості від середнього значення
при $X_{ср}=1$ і $Cv=1$ (по А. Фостеру – С.І. Рибкіну)

Коефіцієнт асиметрії Cs	Забезпеченість R, %																	
	0,1	1	5	10	20	30	50	70	75	80	90	95	99	99,9				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
0,0	3,09	2,33	1,64	1,28	0,84	0,52	0,00	-0,52	-0,67	-0,84	-1,28	-1,64	-2,33	-3,09				
0,1	3,23	2,40	1,67	1,29	0,84	0,51	-0,02	-0,53	-0,68	-0,85	-1,27	-1,61	-2,25	-2,25				
0,2	3,33	2,47	1,70	1,30	0,83	0,50	-0,03	-0,55	-0,69	-0,85	-1,26	-1,58	-2,18	-2,81				
0,3	3,52	2,54	1,72	1,31	0,82	0,48	-0,05	-0,56	-0,70	-0,85	-1,24	-1,55	-2,10	-2,67				
0,4	3,66	2,61	1,75	1,32	0,82	0,47	-0,07	-0,57	-0,71	-0,85	-1,23	-1,52	-2,03	-2,54				
0,5	3,81	2,68	1,77	1,32	0,81	0,46	-0,08	-0,58	-0,71	-0,85	-1,22	-1,49	-1,96	-2,40				
0,6	3,96	2,75	1,80	1,33	0,80	0,44	-0,10	-0,59	-0,72	-0,85	-1,20	-1,45	-1,88	-2,27				
0,7	4,10	2,82	1,82	1,33	0,79	0,43	-0,12	-0,60	-0,70	-0,85	-1,18	-1,42	-1,81	-2,14				
0,8	4,24	2,89	1,84	1,34	0,78	0,41	-0,13	-0,60	-0,73	-0,85	-1,17	-1,38	-1,74	-2,02				
0,9	4,38	2,96	1,86	1,34	0,77	0,40	-0,15	-0,61	-0,73	-0,85	-1,15	-1,35	-1,68	-1,90				
1,0	4,53	3,02	1,88	1,34	0,76	0,38	-0,16	-0,62	-0,73	-0,85	-1,13	-1,32	-1,59	-1,79				
1,1	4,67	3,09	1,89	1,34	0,74	0,36	-0,18	-0,62	-0,74	-0,85	-1,10	-1,28	-1,52	-1,68				
1,2	4,81	3,15	1,91	1,34	0,73	0,35	-0,19	-0,63	-0,74	-0,84	-1,08	-1,24	-1,45	-1,58				
1,3	4,95	3,21	1,92	1,34	0,72	0,33	-0,21	-0,63	-0,74	-0,84	-1,06	-1,20	-1,38	-1,48				
1,4	5,09	3,27	1,94	1,34	0,71	0,31	-0,22	-0,64	-0,73	-0,83	-1,04	-1,17	-1,32	-1,39				

Продовження додатку 10

1,5	5,23	3,33	1,95	1,33	0,69	0,30	-0,24	-0,64	-0,73	-0,82	-1,02	-1,13	-1,26	-1,31
1,6	5,37	3,39	1,96	1,33	0,68	0,28	-0,25	-0,64	-0,73	-0,81	-0,99	-1,10	-1,20	-1,24
1,7	5,50	3,44	1,97	1,32	0,66	0,26	-0,27	-0,64	-0,72	-0,81	-0,97	-1,06	-1,14	-1,17
1,8	5,64	3,50	1,98	1,32	0,64	0,24	-0,28	-0,64	-0,72	-0,80	-0,94	-1,02	-1,09	-1,11
1,9	5,77	3,55	1,99	1,31	0,63	0,22	-0,29	-0,64	-0,72	-0,79	-0,92	-0,98	-1,04	-1,05
2,0	5,91	3,60	2,00	1,30	0,61	0,20	-0,31	-0,64	-0,71	-0,78	-0,90	-0,95	-0,99	

Сток у створі різних пунктів

Роки	Перша літера по батькові													
	А, Б	В, Г	Д, Е	Ж, З	І, К	Л	М, Н	О, П	Р, С	Т, У	Ф, Х	Ц, Ч	Ш, Щ	Є, Ю, Я
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1936	123	83	19	209	79	163	115	255	168	159	76	124	10,2	94
1937	143	58	88	135	37	116	61	241	139	142	62	158	6,3	112
1938	175	79	122	187	90	129	75	219	124	170	88	74	7,7	101
1939	111	116	51	172	64	138	89	232	144	163	79	116	2,9	87
1940	106	122	63	208	57	147	94	211	195	133	57	96	9,6	65
1941	127	66	73	181	124	177	122	234	165	117	106	123	8,7	84
1942	130	98	96	157	26	197	112	260	151	144	83	156	5,1	72
1943	129	73	63	185	74	156	93	256	132	162	28	136	6,6	103
1944	137	102	93	198	68	133	131	224	127	203	63	102	4,9	96
1945	104	87	42	162	25	140	103	249	106	197	24	120	8,3	46
1946	84	78	57	161	98	162	88	228	131	156	64	94	7,4	55
1947	104	75	46	183	88	155	73	287	153	157	55	146	4,1	69
1948	148	77	84	227	79	146	70	283	126	146	92	138	8,0	136
1949	158	101	86	159	65	124	87	226	145	136	78	155	5,2	108
1950	164	69	39	162	34	137	110	267	134	187	43	107	9,7	98
1951	185	55	48	179	55	149	68	255	114	163	31	119	6,9	74
1952	103	148	56	176	89	183	79	222	184	157	84	134	5,5	63
1953	101	66	62	171	69	107	72	245	171	128	71	145	3,7	71
1954	92	112	91	183	71	141	98	236	156	173	60	82	7,9	82
1955	138	82	85	212	114	152	96	224	134	165	48	153	8,1	109
1956	144	85	74	206	108	115	135	251	154	152	51	126	6,4	78
1957	116	64	79	158	42	121	129	214	146	214	35	138	4,2	53
1958	99	110	60	131	87	114	85	242	166	148	95	140	6,5	95
1959	125	75	58	172	77	148	64	265	136	137	56	129	7,1	89

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК27- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арх. 30 / 28

Продовження додатку П1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1960	159	95	74	148	93	174	83	195	112	182	64	108	4,4	83
1961	118	57	55	163	64	161	102	276	147	177	36	110	6,2	125
1962	146	90	82	184	83	153	106	238	156	149	72	124	11,4	115
1963	160	97	74	197	46	135	97	213	150	121	77	177	9,7	104
1964	177	135	80	153	74	158	86	256	127	155	66	148	7,5	76
1965	134	59	64	164	53	168	77	244	143	147	44	165	5,6	56
1966	116	63	114	215	85	145	111	236	115	166	85	132	3,1	85
1967	198	56	65	200	103	135	116	231	147	169	75	135	2,6	62
1968	169	95	106	199	95	126	146	275	187	151	50	118	6,7	117
1969	154	74	89	154	47	195	81	268	175	155	59	127	5,8	81
1970	145	87	26	175	73	154	46	235	158	185	67	142	1,8	75
1971	121	91	34	147	117	96	107	209	137	174	69	174	8,5	86
1972	135	53	41	167	83	148	76	261	162	145	46	161	6,1	91
1973	184	62	42	192	33	105	57	254	148	132	42	122	3,3	99
1974	117	127	88	173	63	127	66	246	137	154	88	133	4,5	64
1975	126	73	74	167	49	134	99	223	149	144	74	167	5,9	128
1976	136	89	39	126	92	143	126	206	161	175	39	87	7,3	88
1977	146	67	16	191	81	153	108	281	177	167	16	91	8,6	79
1978	74	68	53	216	52	169	84	295	159	143	53	139	10,3	33
1979	123	105	47	146	58	112	55	271	138	130	47	41	7,8	84
1980	119	48	97	189	75	131	113	247	142	202	97	148	5,0	118
1981	151	72	86	144	80	144	82	237	126	194	86	109	4,7	102
1982	132	106	68	194	67	104	137	262	153	125	68	117	7,9	93
1983	139	88	41	173	106	159	97	253	161	153	41	125	6,2	122
1984		48	75	174	91	171	95	243	178	176	75	134	9,1	49
1985		37	58	168	72		109	248	141	168	58		1,7	94

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.10- 05.01/103.00.1/Б/ОК27- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Лист 30 / 29

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна література

1. Хільчевський В. К., Гребінь В. В., Забокришка М. Р. Управління річковими басейнами : навч. посіб. Київ : ДІА, 2024. 236 с.

URL:https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/23605/1/Khilchevskiy%20V.et%20al._Manag_river%20basins.pdf

2. Хільчевський В. К., Гребінь В. В. Водні об'єкти України та рекреаційне оцінювання якості води : навч. посіб. Київ : ДІА, 2022. 240 с. URL:
[https://www.researchgate.net/publication/362456160_Hilcevskij_VK_Grebin_VV_Vodni_ob'ekti_Ukraini_ta_rekreacijne_ocinuvanna_akosti_vodi_navc_posibnik_-](https://www.researchgate.net/publication/362456160_Hilcevskij_VK_Grebin_VV_Vodni_ob'ekti_Ukraini_ta_rekreacijne_ocinuvanna_akosti_vodi_navc_posibnik_-_K_DIA_2022_-)

[_K_DIA_2022_-](https://www.researchgate.net/publication/362456160_Hilcevskij_VK_Grebin_VV_Vodni_ob'ekti_Ukraini_ta_rekreacijne_ocinuvanna_akosti_vodi_navc_posibnik_-_K_DIA_2022_-)
[_240_s_Water_objects_of_Ukraine_and_recreational_assessment_of_water_quality_textbook_-_#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/362456160_Hilcevskij_VK_Grebin_VV_Vodni_ob'ekti_Ukraini_ta_rekreacijne_ocinuvanna_akosti_vodi_navc_posibnik_-_K_DIA_2022_-)

3. Хільчевський В. К., Забокришка М. Р., Стельмах В. Ю. Гідроекологічні аспекти водопостачання та водовідведення : навч. посіб. Київ : ДІА, 2023. 228 с. URL:

[https://www.researchgate.net/profile/Valentyn-Khilchevskiy/publication/372290011_Hilcevskij_VK_Zabokricka_MR_Stelmah_VU_Gidroekologichni_aspekti_vodopostacanna_ta_vodovidvedenna_navc_posibnik_-](https://www.researchgate.net/profile/Valentyn-Khilchevskiy/publication/372290011_Hilcevskij_VK_Zabokricka_MR_Stelmah_VU_Gidroekologichni_aspekti_vodopostacanna_ta_vodovidvedenna_navc_posibnik_-_K_DIA_2023_-)

[_K_DIA_2023_-](https://www.researchgate.net/profile/Valentyn-Khilchevskiy/publication/372290011_Hilcevskij_VK_Zabokricka_MR_Stelmah_VU_Gidroekologichni_aspekti_vodopostacanna_ta_vodovidvedenna_navc_posibnik_-_K_DIA_2023_-)
[_228_s_Khilchevskiy_VK_Zabokrytska_MR_Stelmakh_VYu_Hydroecological_aspect_s_o/links/64ae8a46c41fb852dd6c3e90/Hilcevskij-VK-Zabokricka-MR-Stelmah-VU-Gidroekologichni-aspekti-vodopostacanna-ta-vodovidvedenna-navc-posibnik-K-DIA-2023-228-s-Khilchevskiy-VK-Zabokrytska-MR-Stelmakh-VYu-Hydroecological.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Valentyn-Khilchevskiy/publication/372290011_Hilcevskij_VK_Zabokricka_MR_Stelmah_VU_Gidroekologichni_aspekti_vodopostacanna_ta_vodovidvedenna_navc_posibnik_-_K_DIA_2023_-)

4. Хільчевський В. К. Гідрографія та водні ресурси Європи : навч. посіб. Київ : ДІА, 2023. 308 с.

URL:https://shron1.chtyvo.org.ua/Khilchevskiy_Valentyn/Hidrohrafia_ta_vodni_resursy_Yevropy.pdf

5. Демчук Т. І., Борденюк О. В., Шелудяков Р. С. Екологічне право : навч.-метод. посіб. для студентів денної та заочної форми навчання. Чернівці, 2021. 100 с.

URL: https://fpk.in.ua/images/biblioteka/2bac_pravo/NMP-Ekologichne-pravo-1.pdf

Допоміжна література

1. Мітрясова О. П., Смирнов В. М., Марійчук Р. Т., Чвир В. А. Європейські зелені виміри : навч. посіб. / за ред. О. Мітрясової. Миколаїв : ЧНУ імені Петра Могили, 2024. 471 с. URL:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.10-05.01/103.00.1/Б/ОК27-01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арх. 30 / 30

https://dspace.chmnu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1737/1/EUROPEAN%20GREEN%20DIMENSIONS_text%20book_compressed.pdf

2. Бургаз М. І., Лічна А. І. Показчик основних термінів і понять з навчальної дисципліни «Марикультура» : навч. посіб. Одеса : Одеський державний екологічний університет, 2022. 40 с. URL: http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/10580/1/Burgaz_Lichna_NP_Marikultura_pokaz.terminiv_2022.pdf

3. Степова О. В. Технології захисту довкілля : навч. посіб. Модуль 2: Очищення стічних вод. Полтава : НУПП імені Юрія Кондратюка, 2023. 205 с. URL: <https://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PoltNTU/13631/1/Посібник-СВ.pdf>

4. Директиви ЄС у сфері управління водними ресурсами : довідник. Рівне : Волинські береги, 2019. 224 с. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/18864/1/Пінчук%3ДДирективи%20ЄС.pdf> (дата звернення: 23.09.2024).

5. Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради "Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики" від 23 жовтня 2000 року. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text

6. Shevchuk L., Bylyna L., Urbanska M. Species composition in assemblages of the family Unionidae Rafinesque, 1820 as an indicator of ecological changes in water bodies of Central Polissia, Ukraine. *Folia malacological*. 2023, 31, 2. 83-90.

13. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС

URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text

2. Державне агентство водних ресурсів України

URL: <https://www.davr.gov.ua/>

3. UNECE (ЄЕК ООН) - Транскордонне співробітництво

URL: <https://unece.org/environment-policy/water/areas-work-convention/transboundary-water-cooperation>

4. Global Water Partnership (GWP) - Транскордонні води

URL: <https://www.gwp.org/en/About/why/the-water-challenge/Transboundary-Waters/>

5. Міжнародна комісія із захисту річки Дунай (ICPDR)

URL: <https://www.icpdr.org/main/>

6. Дністровська комісія

URL: <https://dniester-commission.com/>

7. Проект ГЕФ "Сприяння транскордонному співробітництву та комплексному управлінню водними ресурсами в басейні річки Дністер"

URL: <https://www.osce.org/uk/project-coordinator-in-ukraine/340853>

8. Водна ініціатива Європейського Союзу Плюс для країн Східного партнерства

URL: <https://euwipluseast.eu/en/>