

## ЗМІСТ

1. Обчислення витрати води за швидкостями, що вимірюються вертушкою і глибинами потоку.....	3
2. Визначення середнього багаторічного стоку при наявності короткого ряду спостережень.....	6
3. Обчислення і побудова кривих повторюваності та забезпеченості.....	8
4 Визначення притоку води до водосховища .....	13
5. Побудова графіків морфометричних характеристик водосховища .....	14
6. Визначення нормативних рівнів води у водосховищах .....	16
7. Визначення втрат води з водосховища .....	17
8. Водогосподарський розрахунок водосховища.....	19
9. Визначення максимальних витрат дощових і талих вод.....	20
Література.....	23

					101-пСЕ 12170 КР			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Максюта Н.С.			Загальна гідрологія	Лім.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Клепиков О.Д.				н	2	23
					ПолтНТУ ім. Ю. Кондратюка			

## 1. Обчислення витрати води за швидкостями, що вимірюються вертушкою і глибинами потоку.

Витратою води  $Q$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) називається кількість води, що протікає через поперечний перетин потоку в секунду.

Найбільш поширеним методом визначення витрати води є спосіб виміру площі водяної течії замірами на мірних вертикалях і виміру швидкостей течії води вертушкою на швидкісних вертикалях. Обчислення витрат проводяться аналітичним і графічним методами.

Порядок розрахунку такий:

- на кожній швидкісній вертикалі визначають середню швидкість залежно від числа точок виміру швидкостей на вертикалі:

1) при вимірюванні швидкостей у п'ятьох точках:

$$V_B = 0.1(U_{нов} + 3U_{0.2} + 3U_{0.6} + 2U_{0.8} + U_{дон});$$

Приклад розрахунку середньої швидкості для п'ятьох точок:

$$1) V = 0.1(0.716 + 3 * 0.698 + 3 * 0.593 + 2 * 0.511 + 0.483) = 0.6094$$

2) при вимірюванні швидкостей у трьох точках:

$$V_B = 0.25(U_{0.2} + 2U_{0.6} + U_{0.8});$$

3) при вимірюванні швидкостей у двох точках:

$$V_B = 0.5(U_{0.2} + U_{0.8}).$$

За отриманими значеннями середніх швидкостей на вертикалях обчислюють середні швидкості між двома сусідніми швидкісними вертикалями, і обчислена  $V$  відноситься до площі водяного перетину, укладеного між цими вертикалями. Площі, укладені між швидкісними вертикалями, визначають шляхом підсумовування площ між промірними вертикалями, що обчислюють звичайно як площі трапецій. Для крайніх ділянок водяного перетину (тобто для ділянок між зрізом берега і першої швидкісної вертикалі) середню швидкість приймають рівною швидкості на першій (або останній) вертикалі, помноженій на коефіцієнт  $K$ , значення якого встановлюється залежно від характеру берега, тобто:

					101-пСЕ 12170 КР	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = V_B * K$$

Характеристика берега.

1. При відсутності мертвого простору:

а) пологісний берег із нульовою глибиною на урізі –  $K=2/3$ ;

б) природний стрімчастий берег або нерівна стінка (неотесаний камінь) –  $K=0,8$ ;

в) гладка бетонна стінка –  $K=0,9$ ;

2. При наявності мертвого простору –  $K=0,5$ .

Часткова витрата для площі  $W_1$

$$\Delta Q_1 = W_1 * V_1,$$

а повна витрата:

$$Q = \Delta Q_0 + \Delta Q_1 + \dots + \Delta Q_{n-1} + \Delta Q_n.$$

Обчислені витрати звичайно проводять у табличній формі в такі послідовності: (таблиця 1)

- 1) Креслять таблицю за формою. Графи 1-4 заповнюють даними свого варіанту з таблиці „Вихідних даних”. У графі 5 визначають середню глибину між двома сусідніми, у графі 6 записують відстані між промірними вертикалями. Далі обчислюємо площі живого перетину, спочатку між промірними вертикалями (гр.7), а потім між швидкісними вертикалями (гр.8). З попередньої таблиці виписуємо середню швидкість на кожній швидкісній вертикалі (гр. 9), потім між вертикалями, приймаючи для крайніх ділянок живого перетину відповідні коефіцієнти (гр.10). У графі 11 обчислюємо часткові витрати води шляхом множення середньої швидкості на відповідну площу. Сумуючи часткові витрати, одержуємо повну витрату води в річці.

					101-пСЕ 12170 КР	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проміри глибини				Визначення площі				Обчислення витрат води			
№ вертикалі	Швидкісної	Відстань від постійного початку, м	Глибина, м	Середня глибина між промірними вертикалями, м	Відстань між промірними вертикалями, м	Між промірними вертикалями	Площа водного перетину, м	Між швидкісними вертикалями	Середня швидкість		Часткова витрата між швидкісними вертикалями, м/с
									На швидкісній вертикалі	Між вертикалями	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
УЛБ		17,2	0,00	0,075	1,8	0,135					
1		19,0	0,15	0,245	2	0,49		0,625			
2	1	21,0	0,54	0,855	2	1,71		0,4045		0,1264	
3		23,0	1,17	1,105	2	2,21		3,92	0,50695		
4	2	25,0	1,04	1,27	2	2,54		0,6094	0,681	1,9872	
5		27,0	1,5	1,75	2	3,5		6,04	0,7526	4,1132	
6	3	29,0	2,00	2,35	2	4,7		8,96	0,7801		
7		31,0	2,7	2,13	2	4,26		6,52	0,8076	6,9897	
8	4	33,0	1,56	1,56	2	3,12		5,37	0,75465	4,9203	
9		35,0	1,56	1,7	2	3,4		0,7017	0,6361	3,4159	
10	5	37,0	1,84	1,54	2	3,08		0,5705			
11		39,0	1,24	1,145	2	2,29		3,29			
12	6	41,0	1,05	0,935	2	1,87					
13		43,0	0,82	0,555	2	1,11					
14		45,0	0,31	0,155	2	0,31				1,5016	
УПБ		46,6	0,00		1,6	0,31					

## 2. Визначення середнього багаторічного стоку при наявності короткого ряду спостережень

У створі водогосподарського будівництва на річці були проведені спостереження протягом 9 років, що недостатньо для надійного проектування. Ці дані ми виписуємо за варіантом в таблиці, які вносимо в свою таблицю 2.

Роки	Витрати води, м/с		Коефіцієнти		K <sub>x-1</sub>	K <sub>y-1</sub>	(K <sub>x-1</sub> ) <sup>2</sup>	(K <sub>y-1</sub> ) <sup>2</sup>	(K <sub>x-1</sub> )(K <sub>y-1</sub> )
	p C x	p N <sub>y</sub>	K <sub>x</sub>	K <sub>y</sub>					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1991	20,4	2,2	1	0,9	0	-0,1	0	0,01	0
1992	19	2	0,9	0,9	-0,1	-0,1	0,01	0,01	0,01
1993	20,9	2,3	1	1	0	0	0	0	0
1994	25,1	2,7	1,2	1,2	0,2	0,2	0,04	0,04	0,04
1995	29,3	3,1	1,4	1,3	0,4	0,3	0,16	0,09	0,12
1996	16,9	2	0,8	0,9	-0,2	-0,1	0,04	0,01	0,02
1997	19,1	2,1	0,9	0,9	-0,1	-0,1	0,01	0,01	0,01
1998	24,8	2,6	1,2	1,1	0,2	0,1	0,04	0,01	0,02
1999	19,9	2,1	1	0,9	0	-0,1	0	0,01	0

Проведеними вишукуваннями підібрана ріка-аналог (річка С). Дані про спостереження за стоком наведені в таблиці „Дані про спостереження за стоком ріки С (аналог)”.

Уведемо позначення:

x - середні річні витрати аналога;

$x_0$  - середня багаторічна витрата ріки С (норма стоку);

N – число років тривалих спостережень;

$C_{V_{xN}}$  - коефіцієнт варіації за тривалий період спостережень;

										Арк.
										6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$y_0$  - середня багаторічна витрата р. N, що необхідно визначити за подовженим рядом або за рівнянням регресії;

$n$  – число років одночасних спостережень;

$x_{cp}$  і  $y_{cp}$  - середні арифметичні величини витрат за період проків.

Усі допоміжні обчислення наводяться у формі таблиці 2.

За даними витрат, визначивши суму в графах 2 і 3 таблиці 2, визначаємо середні річні витрати  $x_{cp}$  і  $y_{cp}$  за період спільних спостережень. Потім у графах 4 і 5 визначаємо модульні коефіцієнти  $K_x = x_i / x_{cp}$  та  $K_y = y_i / y_{cp}$ . Далі обчислюємо всю таблицю й визначаємо коефіцієнти варіації для  $x$  та  $y$ .

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - 1)^2}{(n-1)}}$$

Тобто  $C_{v_{xn}}$  і  $C_{v_{yn}}$ .

$$C_{vx} = \sqrt{\frac{0,2579}{9-1}} = 0,1795;$$

$$C_{vy} = \sqrt{\frac{0,0739}{9-1}} = 0,0961$$

Коефіцієнт кореляції визначаємо за формулою:

$$r_{xy} = \frac{\sum (K_x - 1)(K_y - 1)}{(n-1)C_{v_{xn}} \cdot C_{v_{yn}}},$$

$$\text{тобто } r_{xy} = \frac{0,1269}{(9-1) \cdot 0,1795 \cdot 0,0961} = 0,9181$$

Коефіцієнт регресії визначається за формулою:

$$R_{xy} = y_{cp} \times C_{vy} / x_{cp} \times C_{vx}$$

$$R_{xy} = 7,4777 \times 0,0961 / 21,7111 \times 0,1795 = 0,1844$$

					101-пСЕ 12170 КР	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. Обчислення і побудова кривих повторюваності та забезпеченості

Розташовуємо отримані середньорічні витрати в спадному порядку й об'єднуємо їх в однорідні групи через визначені інтервали (наприклад через 0,5; 1; 5; 10 м/с) залежно від вихідних даних.

Розрахунок ведемо в таблиці 3.

Ряд спостережень (хронологічний порядок)		Ряд спостережень, розташований у порядку убавання			Модульні коефіцієнти и $K_i = \frac{Q_i}{Q_{\bar{n}\delta}}$	$K_i - 1$	$(K_i - 1)^2$	Забезпеченість емпіричних витрат $P = \frac{m - 0.3}{n + 0.4} * 100\%$
Роки	Витрати Q, м <sup>3</sup> /с	№ п/п m	Рок и	Витрати Q, м <sup>3</sup> /с	$Q_{\bar{n}\delta} = 8,26$			n=30 m=1,2,3..
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1970	7,4242	1	1975	9,9874	1,3192	0,3192	0,1019	2,3026
1971	7,6639	2	1995	9,2	1,2152	0,2152	0,0463	5,5921
1972	5,9306	3	1983	8,1023	1,2023	0,2023	0,0409	8,8816
1973	7,7193	4	1976	8,5675	1,1317	0,1317	0,0173	12,1710
1974	7,9221	5	1984	8,4753	1,1195	0,1195	0,0143	15,4605
1975	9,9874	6	1989	8,1618	1,0781	0,0781	0,0061	18,75
1976	8,5675	7	1986	8,1249	1,0732	0,0732	0,0054	22,0395
1977	6,871	8	1974	7,9221	1,0464	0,0464	0,0022	25,3289
1978	7,4795	9	1994	7,9	1,0435	0,0435	0,0019	28,6184
1979	7,0739	10	1973	7,7193	1,0196	0,0196	0,0004	31,9079
1980	7,3689	11	1985	7,7192	1,0196	0,0196	0,0004	35,1974
1981	7,2398	12	1971	7,6634	1,0123	0,0123	0,0002	38,4868
1982	6,1519	13	1998	7,5	0,9907	0,0093	0,00009	41,7763
1983	9,1023	14	1978	7,4795	0,988	0,012	0,0001	45,0658
1984	8,4753	15	1970	7,4242	0,9807	0,0193	0,0004	48,3559
1985	7,7192	16	1993	7,4	0,9775	0,0225	0,0005	51,6447
1986	8,1249	17	1980	7,3689	0,9734	0,0266	0,0007	54,9342
1987	7,3689	18	1986	7,3689	0,9734	0,0266	0,0007	58,2237
1988	6,9632	19	1981	7,2398	0,9563	0,0437	0,0019	61,5132
1989	8,1618	20	1991	7,2	0,951	0,049	0,0024	64,8026
1990	6,5022	21	1999	7,2	0,951	0,049	0,0024	68,0921
1991	7,2	22	1997	7,1	0,9378	0,0622	0,0039	71,3815
1992	7,8	23	1979	7,0739	0,9344	0,0656	0,0043	74,6711
1993	7,4	24	1996	7	0,9246	0,0754	0,0057	77,9605
1994	7,9	25	1988	6,9632	0,9198	0,0802	0,0064	81,25
1995	9,2	26	1977	6,871	0,9076	0,0924	0,0085	84,5395
1996	7	27	1992	6,8	0,8982	0,1018	0,0104	87,8289
1997	7,1	28	1990	6,5022	0,8589	0,1411	0,0199	91,1184
1998	7,5	29	1982	6,1519	0,8126	0,1874	0,0351	94,4079

1999	7,2	30	1972	5,9306	0,7834	0,2166	0,0469	97,6974
------	-----	----	------	--------	--------	--------	--------	---------

Число витрат у кожному інтервалі виражає повторюваність або частоту витрат у роках у даному інтервалі за розглянутий період (графіа 2). За даними графіа 3 будуємо графік повторюваності або частоти, названої також кривої розподілу. Для побудови зазначеного графіка значення повторюваності відкладаються в середині інтервалу. Крива повторюваності дозволяє встановити, скільки разів за розглянутий період витрати води повторювалися в тому або іншому інтервалі (у роках або %). Шляхом послідовного підсумовування повторюваності витрат води в кожному інтервалі одержуємо дані для побудови емпіричної кривої тривалості чи забезпеченості.

### 3.1 Побудова біноміальної кривої забезпеченості

Розрахунок робимо у формі таблиці 4.

Інтеграл витрат	Повторюваність (частота)		Тривалість (забезпеченість)	
	Роки	%	Роки	%
10,00 – 9,73	1	3,3	1	3,3
9,72 – 9,47	0	-	1	3,3
9,44 – 9,17	1	3,3	2	6,7
9,16 – 8,89	1	3,3	3	10
8,88 – 8,61	0	-	3	10
8,60 – 8,33	2	6,7	5	16,7
8,32 – 8,05	2	6,7	7	23,3
8,04 – 7,77	2	6,7	9	30
7,76 – 7,49	4	13,4	13	43,3
7,48 – 7,21	6	20	19	63,3
7,20 – 6,93	6	20	25	83,3



6,92 – 6,65	2	6,7	27	90.1
6,64 – 6,37	1	3,3	28	93,4
6,36 – 6,09	1	3,3	29	96,7
6,08 – 5,81	1	3,3	30	100

Приведений до багаторічного ряд середньорічних витрат за 30 років розташовуємо в графах 1 і 2 у хронологічному порядку, а потім у графах 3, 4 і 5 у спадному порядку.

Далі визначаємо

$$Q_{cp} = \frac{\sum Q}{n},$$

потім у гр.6 обчислюємо модульні коефіцієнти для 30 членів ряду

$$K_i = \frac{Q_i}{Q_{cp}}$$

З отриманих 30 значень  $K_i$  віднімаємо 1 і заносимо в гр.7. Дані гр.7 підносимо до квадрату й записуємо в гр.8.

Сума всіх модульних коефіцієнтів повинна дорівнювати числу членів ряду (у даному випадку 30), а  $\sum(K-1)$  - нулю. Маючи суму чисел у гр.8, визначаємо:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K-1)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,3}{29}} = 0,1156$$

Для зіставлення теоретичної кривої забезпеченості з фактично спостереженими витратами з метою оцінки прийнятого співвідношення між коефіцієнтами  $C_v$  і  $C_s$  у графі 9 обчислюємо забезпеченість емпіричних витрат:

$$P = \frac{m - 0.3}{n + 0.4} * 100$$

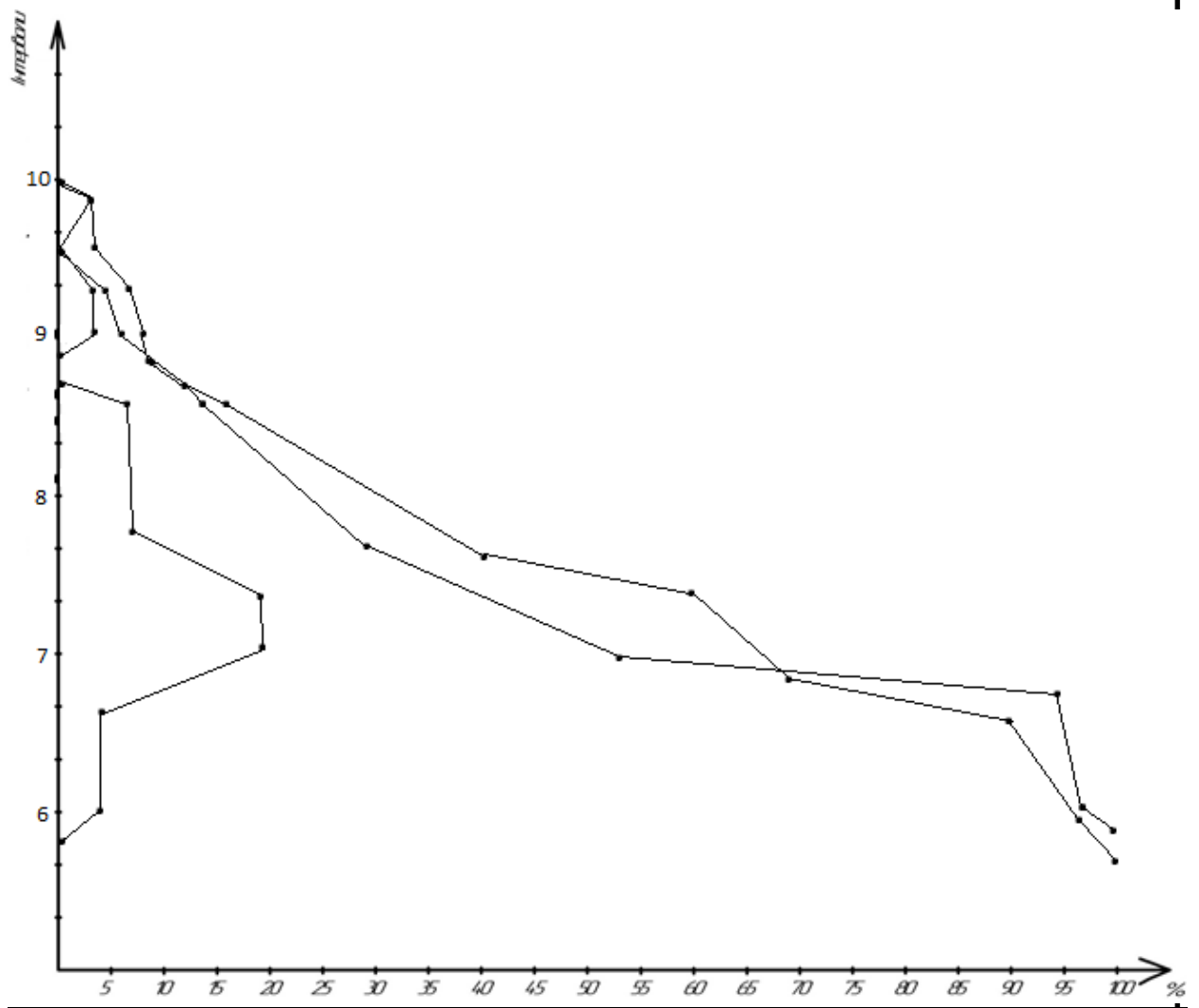
					101-пСЕ 12170 КР	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначивши параметри кривої забезпеченості, переходимо до обчислення її ординат (табл.5); за додатком визначаємо значення  $\Phi$  при  $C_s=2$   
 $C_v, C_s=2 C_v=2 \times 0,1156= 0,2312$   
 оскільки ряд спостережень тривалістю 30 років недостатній для обчислення його за формулою, а потім обчислюємо значення  $K_p$  і  $Q_p$ .

Таблиця 5. Обчислення ординат кривої забезпеченості

Забезпеченість, P, %	1	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	99
$\Phi_p$	2,491	1,706	1,303	0,797	0,494	0,214	-0,036	-0,286	-0,553	-0,85	-1,254	-2,156
$K_p = \Phi_p * C_v$ +1	1,288	1,197 2	1,150 6	1,092 1	1,057 1	1,024 7	0,995 8	0,966 9	0,936 1	0,901 7	0,855	0,7508
$Q_p = Q_{cp} * K_p$	9,750 9	9,063 5	8,710 7	8,267 8	8,002 9	7,757 6	7,538 8	7,32	7,086 8	6,826 4	6,472 9	5,684

					101-пСЕ 12170 КР	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

101-пСЕ 12170 КР

Арк.

12

#### 4 Визначення притоку води до водосховища

Кількість води, що стікає з даного басейну за рік, називається річним річковим стоком. Величина ця змінна, залежить в основному від кліматичних чинників. У даний час будуються дрібні і середні водоймища, стік для яких буде визначатися для одного з таких випадків:

- наявність багаторічних спостережень за стоком;
- наявність недостатнього ряду спостережень за стоком;
- відсутність спостережень за стоком.

Перші два випадки викладені у розділі 2 і 3. У третьому випадку модуль стоку визначається за картою ізолій річного стоку рік СРСР.

У нашому випадку за розрахункову витрату до водосховища приймаємо витрату, розраховану по формулі:

$$Q_p = \frac{M_0 * T}{1000}, \text{ м}^3 / \text{с}$$

де Т- кількість с у році

$M_0$  - модуль стоку, л/с/км<sup>2</sup>

А- площа водозабору, А=27 км<sup>2</sup>

Отже, середньорічна витрата води, коли  $M_0=3\text{л/с/км}^2$ :

$$Q_p = \frac{2,35 * 3600 * 24 * 365}{1000} = 74109,6 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Обчислимо модульний коефіцієнт заданої забезпеченості за формулою:

$$K_p = \Phi_p * C_v + 1$$

де  $\Phi_p$  - число Тостера-Рибкіна,  $\Phi_p = -0,59$

Р- забезпеченість, % ; визначаємо за варіантом за таблицею „Призначення водоймища”. Таким чином, призначення- рекреація, тоді Р= 70%.

Отже, обчислено  $K_p = 0.87835$ . За цими даними обчислимо річний стік

W за формулою:

$$W = Q_0 * K_p * A, \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$W = 74109,6 * 0.87835 * 38 = 2473578,352 \text{ тис, м}^3 / \text{с}$$

					101-пСЕ 12170 КР	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обчислений річний притік розподіляємо в середині року приблизно за районними схемами розподілу стоку за місяцями у відсотках від річного стоку і зони.

За своїм варіантом визначили, що водосховище знаходиться у степовій зоні, виписуємо дані з таблиці про внутрішньо річний розподіл стоку.

*Таблиця 6 – Розподіл притоку за місяцями року*

Зона пересихання	Розподіл притоку за місяцями												Рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Степова зона Пересихання, %	3	3	3	50	18	9	3	-	-	2	5	4	100
Притік, тис.м <sup>2</sup>	74,19	74,19	74,19	1236,5	445,14	222,57	74,19	-	-	49,46	123,65	98,92	2473

## 5. Побудова графіків морфометричних характеристик водосховища

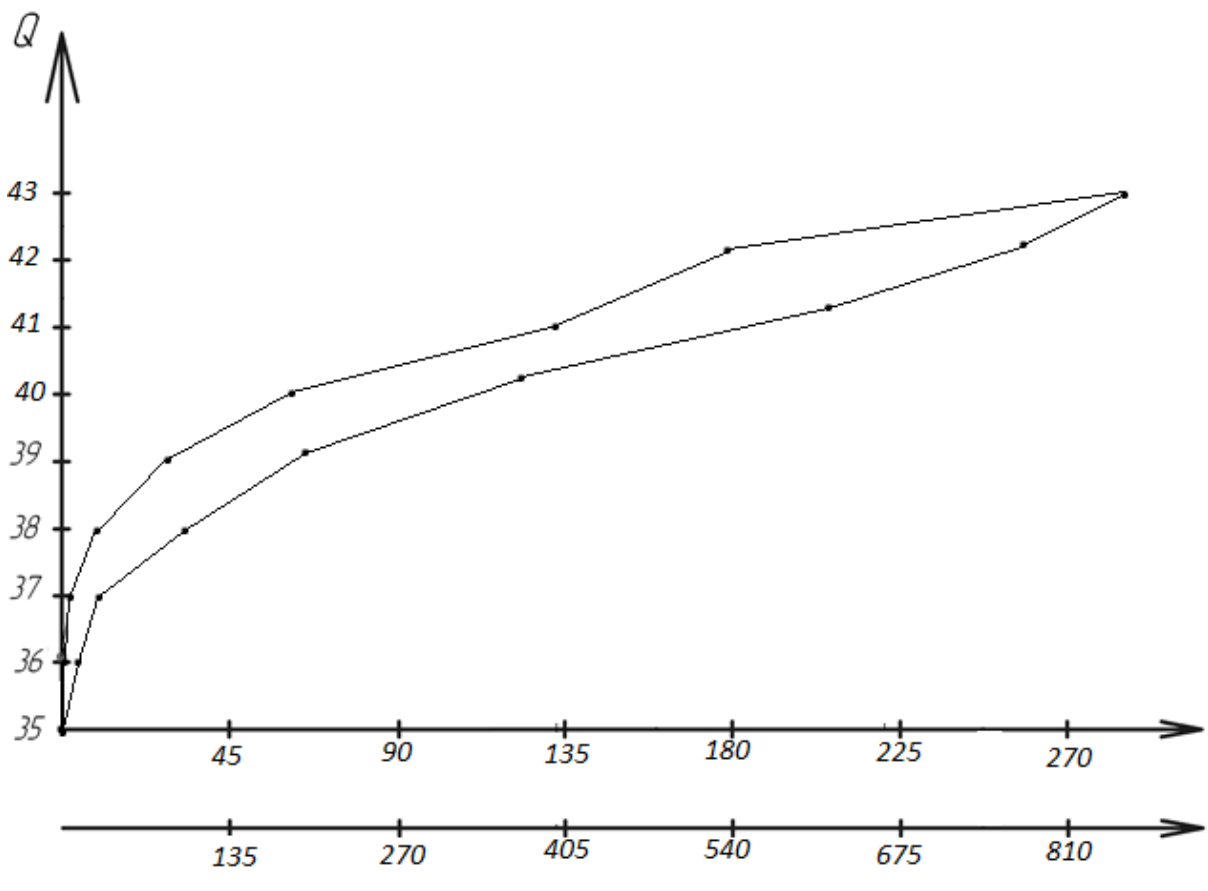
Морфометричні характеристики – це залежність площ  $w$  і обсягів  $W$  водосховищ від глибини води перед греблею  $H$ .

Для побудови характеристик визначаємо площі на плані водосховища в горизонталях, окреслені кожною горизонталлю. Переносимо план балки на папір у клітинку розміром 0,5\*0,5 см. Визначаємо найбільш низьку позначку у створі греблі – це буде відмітка 0. Після цього підраховуємо кількість клітинок, що вмістили у фігуру, обкресленою кожною горизонталлю. Отриманий розмір множимо на ціну кожної клітинки (залежить від масштабу плану). Усі дані зведемо у табл. 7.

За даними табл. 7 будуємо графіки топографічних характеристик у координатах у та  $x$ , відкладаючи по осі у позначки рівнів води в метрах, а по осі  $x$  площу дзеркал водосховища на різних відмітках висоти (одна крива) і об'єми водосховища – інша крива. Отримаємо рис.4

Табл.7 Морфометричні характеристики водосховища.

Відмітки рівня води у водосховищі, м	Висота шару води, м	Площа дзеркала водосх. тис м <sup>2</sup>	Середня площа дзеркала, тис м <sup>2</sup>	Об'єм шару води, тис м <sup>3</sup>	Об'єм водоймища, тис м <sup>3</sup>
35,1		0			0
36	0,9	2	1	0,9	0,9
37	1	7	4,5	4,5	5,4
38	1	36	21,1	21,5	26,9
39	1	68	52	52	78,9
40	1	126	97	97	175,9
41	1	200	163	163	338,9
42	1	261	230,5	230,5	569,4
43	1	278	269,9	269,5	838,9



## 6. Визначення нормативних рівнів води у водосховищах

До нормативних рівнів води у водосховищі й об'ємів відносять звичайно РМО- рівень мертвого об'єму, ННР- нормальний підпертий рівень, ФПУ- форсований підпертий рівень. Об'єми води між рівнями називаються відповідно мертвий, корисний, форсований.

Мертвий об'єм визначають із великого числа умов. У нашому випадку їх буде 2.

а) Із санітарних умов. Для того, щоб не було інтенсивного прогрівання всієї маси води і виникнення умов для розвитку малярійного комара, приймають глибину води біля греблі не менше ніж 2-2,5 м. Відповідний цій глибині об'єм і буде мертвий.

б) із умов замулення водосховища мертвий об'єм визначаємо за формулою:

$$W_{Mo} = \frac{\rho * W * T}{\gamma * 10^6}, \text{ м}^3$$

де  $\rho$  - середньо багаторічна мутність, прийнята для Полтавської області 200 мг/л.

$W$  - річний стік, тисм<sup>3</sup>

$T$  – термін 200 років

$\gamma$  - густина наносів (1,4 т/м<sup>3</sup>)

$$W_{Mo} = \frac{180 * 2473578,352 * 200}{1,4 * 10^6} = 63,6063 \text{ м}^3$$

За дійсний приймаємо більший із двох випадків, тобто  $W_{Mo} = 63,6063 \text{ м}^3$ . ННР звичайно вибирають, виходячи з вимог водоспоживачів, не затоплення цінних земель і об'єктів, мінімального підтоплення територій. У даному випадку ННР приймаємо в межах між останньою та передостанньою горизонталями, що огинають контур балки. Далі за графіком морфометричних характеристик визначаємо розмір об'єму й площі дзеркала водосховища при ННР.

$$W_{\text{ндр}} = 785 \text{ тисм}^3.$$

									101-пСЕ 12170 КР	Арк.
										16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$A_{\text{НПУ}} = 188 \text{ тис м}^3.$$

Розмір корисного об'єму водосховища:

$$W_{\text{кор}} = W_{\text{НПП}} - W_{\text{Мо}} = 785 - 135 = 650 \text{ тис м}^3.$$

За графіком морфометричних характеристик за  $W_{\text{ср}}$ , визначаємо середню площу водосховища.

$$A_{\text{ср}} = 150 \text{ тис м}^2.$$

## 7. Визначення втрат води з водосховища

Основні втрати води, що носять постійний характер, це втрати на випаровування і фільтрацію.

Втрати на фільтрацію залежать від геологічної будови ложа водосховища, рівня ґрунтових вод, відстані до знижень, що дрениють та глибини. Найбільш простим способом визначення втрат води на фільтрацію вважається спосіб із використанням даних водосховища-аналога, що знаходиться в подібних природних умовах. У таких випадках користуються даними, рекомендованими Потаповим:

Норма втрат на фільтрацію за поганих умов 160 мм/місяць.

Втрати на випаровування . Знаходимо за таблицею середній багаторічний шар випаровування,  $E=62,5$  см. Цю величину необхідно перевести у забезпечену величину. Забезпеченість випаровування визначаємо за формулою:

$$P_{\text{н}} = 100 - P$$

де  $P$ -забезпечення річного стоку  $P=85\%$ , отже

					101-пСЕ 12170 КР	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$P_{II} = 100 - 85 = 15\% .$$

Коефіцієнт варіації випаровування змінюється незначно і зазвичай приймається для степової зони дорівнює 0,15.

Переведення середньої величини випаровування у забезпечену здійснюється за формулою:

$$E_p = E * K ,$$

де  $K$ - визначається за даними Зайкова, що беремо з таблиці  $K=1,16$ , тоді

$$E_p = 62,5 * 1,16 = 72,5 \text{ см.}$$

Далі норму випаровування з конкретного водосховища визначаємо за формулою, де враховуються місцеві умови:

$$E_0 = E_p * K_H * K_3 * K_\omega , (\text{см})$$

де  $K_H$  - поплашковий коефіцієнт на глибину водоймища.  $K_H = 1$

$K_\omega$  - поплашковий коефіцієнт на захищеність водойми від вітру деревною рослинністю, будівлями, крутими берегами й іншими перешкодами.  $K_\omega = 1,11$ , бо поверхня водоймища = 150 тис м<sup>2</sup>.

Зменшення швидкості вітру враховується в двох основних напрямках – уздовж водосховища і впоперек. У обох напрямках це зменшення залежить від відношення відповідних відстаней до середньої глибини водосховища.

У поперечному напрямку в розрахунок приймаємо середню ширину водосховища  $B_{cp} = 400 \text{ м}$ , у поздовжньому – довжину водосховища по прямолінійному напрямку  $L = 800 \text{ м}$ . Зменшення швидкості вітру в поперечному напрямку позначається коефіцієнтом  $K_0^I = 0,95$ , у поздовжньому  $K_0^{II} = 0,95$ , що визначаємо за таблицею „Зменшення швидкості вітру”.

У розрахунок приймаємо середнє значення:

$$K_0 = \frac{K_0^I + K_0^{II}}{2} = \frac{0,95 + 0,95}{2} = 0,95 .$$

Залежно від  $K_0$  визначаємо коефіцієнт  $K_3 = 0,94$ .

Таким чином,  $E_0 = 72,5 * 1 * 0,94 * 1,11 = 74,55 \text{ см}$ .

									101-пСЕ 12170 КР	Арк.
										18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Отримана величина  $E_0$  характеризує прошарок випаровування (у см) протягом сезону. Перемноживши прошарок на одиницю площі (10000 м<sup>2</sup> = 1га), одержуємо об'єм випаровування з 1га ( $W_{icn}$ )=7,5 тис м<sup>3</sup>/га. Отриманий розмір сезонного випаровування з 1 га площі водою розподіляємо у середині року відповідно до відсотків внутрішньо річного розподілу випаровування для степової зони у формі таблиці.

Таблиця 8- Розподіл випаровування за місяцями року

Зона	Місяці												Рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Степова	-	-	3	6	13	17	20	19	13	7	2	-	100
%	-	-	0,225	0,45	0,975	1,275	1,5	1,425	0,975	0,525	0,15	-	7,5
Тис	-	-	0,225	0,45	0,975	1,275	1,5	1,425	0,975	0,525	0,15	-	7,5

## 8. Водогосподарський розрахунок водосховища

Водогосподарський розрахунок водосховища виконуємо у формі таблиці 9.

Місяці	Притік, тис.м <sup>3</sup>	Споживання нетто, тис.м <sup>3</sup>	Нормивтрат		Втрати, тис.м <sup>3</sup>		Споживання бруutto, тис.м <sup>3</sup>	тис.м <sup>3</sup>		Повний об'єм до кінця місяця, тис.м <sup>3</sup>	Робочий об'єм до кінця місяця, тис.м <sup>3</sup>	Викиди, тис.м <sup>3</sup>	Споживання, тис.м <sup>3</sup>		Усього – можливе споживання Площадзеркало водоїмища	
			Випаровування, тис.м <sup>3</sup> /га	Фільтрація, %	Випаровування, тис.м <sup>3</sup> /га	Фільтрація, %		Надлишок +	Недостача -				За рахунок надлишкі	В Зводоїмища		
1	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

																	Арк.
																	19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата													

1	74,19	70	0	40	-	6	76		1,01	398,13	266,21		858,24	391,91	1250,15	45
2	74,19	70	0	40	-	6	76		1,01	397,12	265,2					42
3	74,19	70	0,225	40	3,4	6	79,4		5,21	391,91	259,99					41
4	1236,5	70	0,45	40	6,8	6	82,8	1153,7		650	586,4	503,7				150
5	445,14	70	0,975	40	14,6	6	90,6	354,54		650	586,4	354,54				150
6	22,57	70	1,275	40	19,1	6	95,1		72,53	577,47	513,87					117
7	74,19	70	1,5	40	22,5	6	98,5		24,31	553,16	489,56					97
8	-	70	1,425	40	21,4	6	97,4		97,4	455,76	392,16					60
9	-	70	0,975	40	14,6	6	90,6		90,6	365,16	301,56					53
10	49,46	70	0,525	40	7,8	6	83,8		34,34	330,82	267,22					48
11	123,65	70	0,15	40	2,25	6	78,25	45,4		376,22	267,22					48
12	98,92	70	0	40	-	6	76	22,92		399,14	267,22					48

## 9. Визначення максимальних витрат дощових і талих вод

### 9.1 Визначення максимальної витрати води весняної повені.

Розрахункову максимальну витрату весняної повені за даною забезпеченістю  $P=1\%$  для четвертого класу споруд визначаємо за формулою:

$$Q_{P\%} = \frac{K_0 * h_{p\%} * M * \delta * \delta_1 * \delta_2}{(A + A_1)^{n_1}} * A, \text{ (м}^3/\text{с)}$$

$$h_{p\%} = h_0 * K_{p\%} = 49,5 * 1,25 = 61,875 \text{ мм}$$

$$\delta_1 = \frac{\alpha_1}{(f_\lambda + 1)^{n_2}} \delta_2 1 - \beta \lg(0,1 f_\delta + 1),$$

Ці дані виписуємо за варіантом згідно таблиці.

де  $A$  – площа водозабору,  $A=33,5 \text{ км}^2$

$f_\lambda$  - заселеність водозабору,  $f_\lambda=22,5\%$

$f_\delta$  - заболоченість водозбору,  $f_\delta=13\%$

$h_0$  - прошарок стоку весняної повені,  $h_0=49,5 \text{ мм}$ .

																	Арк.	
																		20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата														

$K_0$  - параметр, що характеризує дружність повені, обумовлений звичайно в розрахунках за даними річок-аналогів, можна прийняти для наших розрахунків,  $K_0=0,03$

$K_{p\%}=1,25$ , для площ водозабору до  $50 \text{ км}^2$ .

$M$  – коефіцієнт, що враховує нерівність статистичних параметрів прошарку стоку і максимальних витрат води. Для  $P=1\%$ ,  $M=1$ .

$\delta$  - коефіцієнт, ураховуючий вплив озер, водосховищ, приймаємо  $\delta=1$ ;

$\delta_1$  - коефіцієнт, ураховуючий зниження максимальної витрати води в заліснених басейнах, визначається за формулою, вищенаведеною.  $\delta_1=1$

$\alpha_1$  - параметр прийнятий за таблицею;

$\delta_2$  - коефіцієнт, ураховуючий зниження максимальної витрати води в заболочених басейнах, визначається за вищенаведеною формулою

$$\delta_2=1-0,71\lg(0,1*16,5)+1=0,71$$

$\beta$  - коефіцієнт, що залежить від типу болота. Може бути прийнятий у межах  $0,6-0,8$ .

$A_1$  - додаткова площа водозабору, що враховує зниження редуції,  $\text{км}^2$ , прийнята для степової зони  $10\text{км}^2$ .

$n_1$  - показник ступеня редуції, прийнятий для степової зони  $0,35$ .

$$Q_{P\%} = \frac{0.03 * 61,875 * 1 * 1 * 1 * 0.71}{(33,5 + 10)^{0.35}} * 33,5 = 11.6272 \text{ м}^3 / \text{с}$$

## 9.2 Визначення максимального стоку води рік дощових паводків.

Визначаємо за формулою граничної інтенсивності стоку:

$$Q_{P\%} = q_{1\%} * \varphi * H * \delta * \lambda_{P\%} * A, \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$\text{де } \varphi = \frac{1.3 * \varphi_0}{(A + 1)^{0.11}} * \left(\frac{i}{50}\right)^{n_5};$$

$$q_{1\%} = f(\Phi_p * \tau_{ск});$$

$$\Phi_p = \frac{1000L}{m * i^f * A^{0.25} * (\varphi * H_{1\%})^{0.25}}$$

У цих формулах  $\delta=1$  і аналогічний попередньому;

					101-пСЕ 12170 КР	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$A$  – водозабірна площа, км<sup>2</sup>;

$\lambda_{p\%} = 1$ , перехідний коефіцієнт до іншої ймовірності;

$H_{1\%}$  - добовий шар опадів, мм,  $H_{1\%} = 151$  мм.

$\varphi$  - коефіцієнт стоку для рівнинних рік;

$i$  – поздовжній ухил водостоку, визначаємо за планом;  $i = 0,009$

$\varphi_0$  - збірний коефіцієнт стоку для одиничного водозабору, визначаємо за таблицею;  $\varphi_0 = 0,10$

$n_5$  - коефіцієнт редукції, визначається за таблицею;  $n_5 = 0,90$

$q_{1\%}$  - максимальний модуль дощового стоку визначається за таблицею залежно від гідроморфометричної характеристики русла  $\Phi_p$  і тривалості уклінного добігання  $\tau_{ск}$  у хвилинах.  $q_{1\%} = 0,0084$

$\tau_{ск}$  - для степової зони -30хв.

$L$  - довжина водостоку русла;  $L = 21,0$

$m$  - гідравлічний параметр русла,  $m = 9$

$t$  - параметр,  $t = 1/3$ .

Отже проведемо певні визначення за вищевказаними формулами:

$$\varphi = \frac{1.3 * 0.1}{(33,5 + 1)^{0.1}} * \left(\frac{0.009}{50}\right)^{0.9} = 0,000039$$

$$\Phi_p = \frac{1000 * 31}{9 * 0.009^{1/3} * 46^{0.25} * (0.000036 * 0,028)^{0.25}} = 0,1545$$

$$q_{1\%} = 76,775$$

$$Q_{p\%} = 76,775 * 0.000039 * 129 * 1 * 1 * 33,5 = 12,8894 \text{ м}^3/\text{с}.$$

					101-пСЕ 12170 КР	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Література

1. Чеботарев «Общаягидрология».
2. Гидрология. Гидротехническиесооружения. Под ред. Смирнова.
3. Методичний посібник до практичних занять і самостійної роботи.  
«Загальна гідрологія», Клепіков.

					101-пСЕ 12170 КР	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		