

## Практичне заняття . Аналіз забезпеченості поверхневого водотоку

**Мета заняття:** виробити вміння й навички обґрунтовувати необхідність та достатність сезонного регулювання стоку, опанувати здібності застосування результатів оцінювання сезонного регулювання для функціонування водопровідної мережі та забезпечення оптимальних режимів транспортування води.

**Завдання.** Для заданого водотоку визначити мінімальні витрати води за відсутності даних гідрометричних спостережень.

Вихідні дані приведені в додатках В, Г.

### Інформація до розв'язання:

#### **Водоспоживання об'єкта (району)**

Загальне водоспоживання об'єкта (району) приймається згідно із завданням. Інші можливі споживачі враховуються коефіцієнтом 1.1 - 1.2. Обчислене водоспоживання об'єкта (району)  $Q_u$  узгоджується зі схемою комплексного водокористування та охорони водних ресурсів регіону і визначається за формулою:

$$Q_u = (1.1 - 1.2) q_U , \quad (1)$$

де  $q_U$  - водоспоживання об'єкта, за завданням.

#### **Нормативні положення**

У залежності від заданої категорії надійності подачі води (додатки В, Г) відповідно [4] приймається забезпеченість  $p\%$  витрат води розрахункового маловодного року, таблиця 3.3:

Таблиця 1

Категорія надійності подачі води	I	II	III
Забезпеченість витрати води маловодного року, %	95	90	85

#### **Прийняття джерела водопостачання**

Здійснюється перевірка, чи може ріка бути прийнята джерелом водопостачання, для чого визначаються розрахункові витрати маловодного року. Середньобогаторічна витрата визначається за формулою,  $\text{м}^3/\text{с}$ :

$$\bar{Q} = 0.001 \bar{q} A , \quad (2)$$

де  $\bar{q}$  - середнє багаторічне значення модуля стоку для водозбору,  $\text{л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ , приводиться у завданні (додатки В, Г);  $A$  - площа водозбору річки до розрахункового створу,  $\text{км}^2$ .

Якщо  $\bar{Q} \gg Q_u$ , то робимо висновок, що річка може бути прийнята як джерело водопостачання. Середньорічна витрата маловодного року прийнятої розрахункової забезпеченості  $Q_{p\%}$  визначається за формулою:

$$Q_{p\%} = K_{p\%} \bar{Q} , \quad (3)$$

де  $K_{p\%}$  - ордината кривої гамма-розподілу (додаток А), приймається в залежності від відсотка забезпеченості  $p\%$  та коефіцієнта варіації (мінливості) стоку за рік.

Коефіцієнт варіації визначається за формулою:

$$C_v = \frac{\alpha}{q^{-0.4} \cdot (A+1000)^{0.1}} , \quad (4)$$

де  $\alpha$  - параметр, що визначається за даними річок-аналогів (додаток Г).

У розрахунково-графічній роботі приймається, що для всіх річок співвідношення коефіцієнтів асиметрії та варіації одне й те ж:

$$C_s = 2 C_v. \quad (5)$$

Якщо  $Q_{p\%} > Q_u$ , підтверджуємо висновок, що річка може бути прийнята як джерело водопостачання. Далі визначаються мінімальні літні  $Q_{s,p\%}$  та зимові  $Q_{w,p\%}$  середньомісячні витрати року розрахункової забезпеченості:

$$Q_{s,p\%} = K_{s,p\%} \overline{Q_{p\%}} \quad (6)$$

$$Q_{w,p\%} = K_{w,p\%} \overline{Q_{p\%}} , \quad (7)$$

де  $K_{s,p\%}$  та  $K_{w,p\%}$  - модульні коефіцієнти літнього та зимового мінімумів (додаток Д). Переконавшись, що розрахунковий водовідбір  $Q_u$  перевищує значення мінімальних літніх  $Q_{s,p\%}$  та зимових  $Q_{w,p\%}$  середньомісячних витрат розрахункової забезпеченості, приймають рішення про регулювання стоку: упевнившись, що  $Q_{p\%} > Q_u$ , роблять висновок, що досить сезонного

регулювання стоку з будівництвом гідровузла з водоскидними спорудами та глухою греблею із місцевих ґрунтових матеріалів. Результати вище проведених розрахунків наводяться у вигляді діаграми (рис. 1):

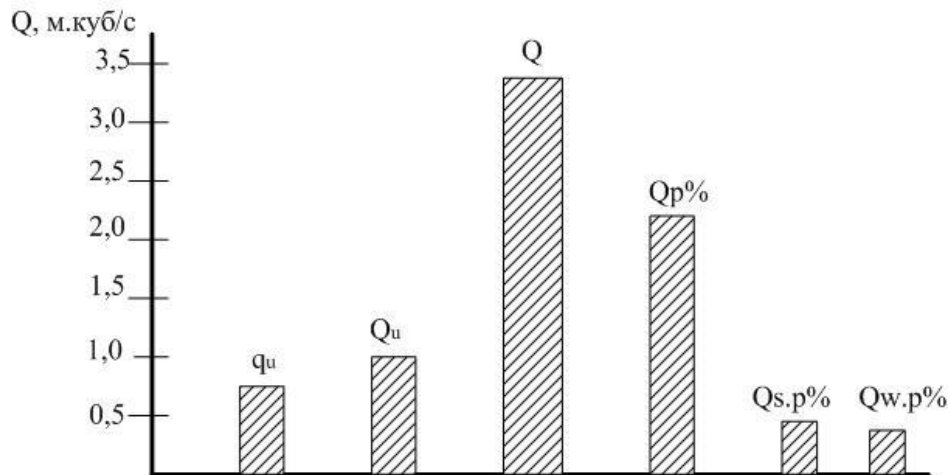


Рисунок 1 - Діаграма. Обґрунтування необхідності та достатності сезонного регулювання стоку

### Питання для самоконтролю

1. Які заходи впроваджені в Україні в процесі проведення еколого-економічних реформ?
2. Що являє собою комплексний гідровузол, яке його призначення?
3. Наведіть приклади комплексних гідровузлів на річках України.
4. Чому токсичні забруднення знижують самоочищення водних об'єктів?
5. Яка схема промислового водопостачання забезпечує найбільшу економію свіжої води?

### Література

1. Василенко О.А. Литвиненко Л.Л. Раціональне використання та охорона водних ресурсів: навч. посібник. Рівне: НУВПГ. 2006. 247 с. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/1894/1/004%20zah.pdf>.
2. Монастирський В.Р. Природні ресурси і рекреаційні комплекси світу : навч. посібник. Львів : ННБК «АТБ», 2022. 200 с. URL: <https://tinyurl.com/2nczr3xm>.
3. Хільчевський В.К., Гребінь В.В. Водні об'єкти України та рекреаційне оцінювання якості води: навч. посібник. К.: ДІА, 2022. 240 с. URL: <file:///C:/Users/user/Downloads/KhilchevskiyV.K.WaterobjectsofUkraine3.08.22..pdf>.

## Додатки

Додаток А

Ординати  $K_p\%$  кривої  $\gamma$  - розподілу для  $C_s = 2C_v$

P%	$C_v$									
	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
0.01	2.52	3.20	3.98	4.85	5.81	6.85	7.98	9.21	10.5	11.8
0.1	2.19	2.70	3.24	3.87	4.56	5.30	6.08	6.91	7.75	8.66
0.5	1.94	2.32	2.74	3.20	3.68	4.19	4.74	5.30	5.90	6.50
1.0	1.82	2.16	2.51	2.89	3.29	3.71	4.15	4.69	5.05	5.53
10	1.40	1.54	1.67	1.89	1.94	2.06	2.19	2.30	2.40	2.50
85	0.69	0.59	0.50	0.42	0.34	0.28	0.19	0.16	0.12	0.09
90	0.64	0.53	0.44	0.35	0.27	0.21	0.15	0.10	0.07	0.05
95	0.56	0.45	0.34	0.26	0.18	0.12	0.08	0.05	0.03	0.02
97	0.52	0.39	0.29	0.20	0.14	0.09	0.05	0.03	0.02	0.01

Додаток Б

### Середньорічні витрати води

Варіант 1

Таблиця Б.1 - Середньорічні витрати води р. Тиса - м. Рахів

$F = 1070 \text{ км}^2$

роки	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958
$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	20.0	24.6	29.6	21.8	19.7	20.8	26.0	19.9	14.9	35.9	24.4	28.2	30.4
роки	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	20.6	24.3	12.6	28.5	16.8	24.9	26.5	27.9	23.6	27.8	24.9	39.0	22.6

Додаток В

### Умовні позначки вихідних даних

1	<i>Категорія надійності подачі води</i>	$K_{B/C}$
2	Водоспоживання об'єкту	$q_U, \text{ м}^3/\text{с}$
3	Площа водозбору	$A, \text{ км}^2$

4	Середньобагаторічний модуль стоку	$\bar{q}$ , л/с км <sup>2</sup>
5	Параметр $\alpha$ в формулі (2)	$\alpha$
6	Тип внутрішньорічного розподілу стоку	$T_c$
7	Середньобагаторічна каламутність	$\rho$ , г/м <sup>3</sup>

Додаток Г

Дані для проектування по варіантах

Познач- ки даних	Варіант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$K_{в/с}$	III	II	III	III	II	III	I	II	III	I	II	III
$q_U$	0.15	0.19	0.73	0.18	0.7	0.74	0.60	0.80	0.9	0.62	0.22	0.32
$A$	330	300	960	240	940	920	900	890	880	870	215	280
$\bar{q}$	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1
$\alpha$	1,43	1.3	1.5	1.46	1.47	1.48	1.52	1.49	1.51	1.52	1.3	1.35
$T_c$	III	II	IV	II	IV	IV	II	IV	I	IV	I	I
$\rho$	100	120	140	160	180	200	180	160	140	120	100	80

продовження додатку Г

Познач- ки даних	Варіант											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$K_{в/с}$	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
$q_U$	0.71	0.91	0.35	0.77	0.95	1.1	0.83	0.25	1.2	0.80	1.1	1.1
$A$	820	800	260	760	740	730	720	180	700	695	690	685
$\bar{q}$	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3
$\alpha$	1.54	1.55	1.33	1.47	1.51	1.5	1.45	1.35	1.4	1.56	1.58	1.6
$T_c$	III	II	I	III	IV	I	II	I	I	IV	I	II
$\rho$	100	120	140	160	180	200	180	160	140	120	100	80

Додаток Д

Модульні коефіцієнти  $K$

$T_c$	Місяць											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Балтійське узбережжя

I	0,7	0,3	0,95	3,0	1,0	0,6	0,3	0,65	0,8	1,1	1,7	0,9
---	-----	-----	------	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----	-----

Ліві притоки середнього Дніпра

II	0,4	0,4	2,3	4,5	1,3	0,7	0,4	0,2	0,3	0,4	0,6	0,5
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Середня Волга

III	0,2	0,25	0,25	3,0	4,9	0,9	0,4	0,3	0,25	0,4	0,55	0,6
-----	-----	------	------	-----	-----	-----	-----	-----	------	-----	------	-----

Середній Урал

IV	0,1	0,1	0,1	0,9	5,5	1,4	0,6	0,6	0,8	1,0	0,7	0,2
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

