

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Кафедра водопостачання, водовідведення та бурової справи

03-06-132М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять та самостійної роботи
з навчальної дисципліни

«Рациональне використання води»

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Будівництво та
цивільна інженерія» спеціальності 192 «Будівництво та
цивільна інженерія» («Водопостачання та водовідведення»)
усіх форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННІБА
Протокол № 9 від 27.06.2023 р

Рівне – 2023

Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Раціональне використання води» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Будівництво та цивільна інженерія» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» («Водопостачання та водовідведення») усіх форм навчання [Електронне видання] / Квартенко О. М., – Рівне : НУВГП, 2023. – 53 с.

Укладач: Квартенко О. М., д.т.н., доцент, професор кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Відповідальний за випуск: Мартинов С. Ю., д.т.н., професор, завідувач кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Керівник групи забезпечення спеціальності: Бабич Є. М., д.т.н., професор.

© О. М. Квартенко, 2023

© НУВГП, 2023

ЗМІСТ

	Вступ	4
1	Тема 1. Складання балансу річкового стоку. Побудова гідрографу стоку річки.	4
2	Тема 2. Визначення незворотних витрат води різними групами споживачів.	6
3	Тема 3. Розрахунок водогосподарського балансу для частини річкового басейну.	7
4	Тема 4. Складання водних балансів у системах водного господарства промислових підприємств. Порівняння показників технічної досконалості системи.	9
5	Тема 5. Розрахунок сольового балансу в оборотній системі технічного водопостачання промислового підприємства.	14
6	Тема 6. Розрахунок ГДС забруднюючих речовин у поверхневі водні об'єкти.	19
7	Тема 7. Розрахунок необхідного ступеня очистки води в розрахунковому створі.	21
8	Тема 8. Визначення концентрації забруднюючих речовин в суміші попередньо очищених стічних вод, які скидаються у водойму.	25
9	Тема 9. Визначення середньо річного об'єму поверхневого стоку та об'єму дощового стоку від розрахункового дощу з території промислового підприємства для очищення та повторного використання.	27
10	Тема 10. Оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС).	32
11	Самостійна робота	35
	11.1. Рекомендовані завдання для самостійної роботи.	36
	11.2. Оформлення звіту про самостійну роботу.	37
	Рекомендована література	37
	Додатки	40

ВСТУП

Дисципліна «Раціональне використання води» знайомить здобувачів вищої освіти із процесом ефективного використання водних ресурсів в усіх галузях народного господарства, та спрямована на розвиток промисловості, енергетики, водного транспорту, сільського господарства тими темпами, які необхідні для сталого соціально-економічного розвитку держави. Основною метою дисципліни є формування у здобувачів вищої освіти професійних знань щодо якісної та кількісної оцінки запасів водних ресурсів, співставлення їх з потребами різних категорій споживачів, розробкою інноваційних проектів та інженерно-технічних заходів попередження забруднення та виснаження водних ресурсів в умовах постіндустріального суспільства.

У процесі виконання практичної роботи здобувач вищої освіти повинен оволодіти вміннями: прогнозування впливу антропогенних факторів на гідроекологію водного басейну, опанування основами розрахунку та методами проектування сучасних ресурсозберігаючих водогосподарських комплексів щодо забору, використання та відведення води, розробкою принципових та балансових схем замкнутих систем водопостачання промислових підприємств та інноваційних технологій управління водними ресурсами міста.

Тема 1. Складання балансу річкового стоку. Побудова гідрографу стоку річки.

Середню багаторічну витрату ($Q_{сер}$), м³/с визначають за даними багаторічних спостережень методом інтерполяції між сусідніми опорними гідрографічними пунктами [6, с. 23-26].

Об'єм середнього багаторічного стоку ($W_{сер}$) км³ дорівнює:

$$W_{сер} = Q_{сер} \cdot 3,154 \cdot 10^{-2} \quad (1)$$

Коефіцієнт змінюваності стоку (C_v) встановлюють:

- а) за даними багаторічних спостережень (методом інтерполяції між опорними гідрографічними пунктами) [6, с.23, табл. 2.5],
- б) відповідно до карти ізоліній (Додаток 5).

Коефіцієнт асиметрії стоку (C_{as}) приймають залежно від кліматичних умов: а) у разі наявності багаторічних спостережень методом інтерполяції між опорними гідрографічними пунктами [6, с.23- 26]; б) у разі відсутності таких спостережень: для зони надлишкового зволоження: $C_{as}=2C_v$; для зони змінного або недостатнього зволоження: $C_{as}=(1,5\dots 1,8)C_v$; для засушливої зони: $C_{as}=1,5C_v$ [1, с. 17].

Витрати (стік) річок для різних по водності років (Q_{cep}) м³/с: дуже багатоводний рік (P=5%); середній по водності рік (P=50%); маловодний рік (P=75%); засушливий рік (P=95%):

$$Q_p = k_p \cdot Q_{cep}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (2)$$

де k_p – модульні коефіцієнти для переходу від величини стоку середнього по водності року ($Q_{50\%}=Q_{cep}$) до величини стоку певної – $p\%$ забезпеченості, їх значення встановлюють у відповідності з C_3 і C_v (Додаток б).

Розрахунок Q_p виконують у табличній формі (табл. 1).

Таблиця 1.

Річний стік річки і його розподіл по місяцях, м³/с

Забезпеченість, %	Водонс. коеф	Місяці											
	Витрати Q, м ³ /с	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	XI	X	XI	XII
	Об'єм W, км ³												
5	$a_5, \text{ м}^3/\text{с}$												
	$Q_5, \text{ м}^3/\text{с}$												
	$W_5, \text{ км}^3$												
50	$a_{50}, \text{ м}^3/\text{с}$												
	$Q_{50}, \text{ м}^3/\text{с}$												
	$W_{50}, \text{ км}^3$												
95	$a_{95}, \text{ м}^3/\text{с}$												
	$Q_{95}, \text{ м}^3/\text{с}$												
	$W_{95}, \text{ км}^3$												

Витрати (стік) річки в різні місяці років різної забезпеченості, м³/с:

$$Q_i = \frac{a_i \cdot 12 \cdot Q_{P\%}}{100}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (3)$$

a_i – відносний розподіл року в i -тий місяць певної забезпеченості [6 табл.2.10] в залежності від району, в якому знаходиться розрахунковий створ річки.

За даними розрахунку для даного басейна складається гідрограф стоку річки [1, с. 19].

Приклад. Витрати річки для року 5%-ої забезпеченості складають $Q_{5\%} = 1.5 \text{ м}^3/\text{с}$. Визначити стік річки в квітні, якщо відомо, що відносний розподіл стоку та по даному місяцю складає $a_i = 7.7\%$.

Розв'язок. Використовуючі формулу (3), вивчаємо величину стоку річки в квітні:

$$Q_i = \frac{a_i \cdot 12 \cdot Q_{P\%}}{100} = \frac{7.7 \cdot 12 \cdot 1.5}{100} = 1.386 \approx 1.4 \text{ м}^3/\text{с}$$

Рекомендована література: [1, 2, 6]

Тема 2. Визначення незворотних витрат води різними групами споживачів.

При використанні води різними групами споживачів частина її втрачається незворотно. Зокрема, в оборотних циклах підприємств на випаровування, краплинне винесення, продувку системи [1, 3, 5].

Відсоток незворотних витрат залежить від групи споживачів (Додаток 9). Величини незворотних витрат води від різних споживачів визначається за формулою:

$$Q_{НЗ} = \frac{B_{НЗ} \cdot Q_{ДЖ}}{100}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (4)$$

де, $B_{НЗ}$ – величина відсотку незворотної втрати води, яка залежить від типу споживача і знаходиться за (Додатком 9); $Q_{ДЖ}$ – витрата води певною категорією водоспоживання, м³/с (Додатки 1, 2).

Загальна кількість стічних вод, що скидається до водойми визначається за формулою [1, с. 27]:

$$Q_{св} = Q_{дж} - Q_{нз}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (5)$$

Розрахунок ведемо в табличній формі.

Таблица 2

№	Назва водоспоживача	$Q_{дж}$, $\text{м}^3/\text{с}$	$B_{нз}$, %	$Q_{нз}$, $\text{м}^3/\text{с}$	$Q_{св}$, $\text{м}^3/\text{с}$
1	Місто		5,5		
2	с/господарство		18,0		
3	енергетика		4,0		
	Σ		-	-	-
4	Підприємство				
	Σ		-		

Приклад. Визначити величини незворотного водопостачання та витрати стічних вод, якщо: забір води на технологічні потреби $Q_{дж} = 0.35 \text{ м}^3/\text{с}$; відсоток незворотних витрат води $\beta = 5.5 \%$.

Розв'язок. 1. Визначаємо величину незворотних витрат води:

$$Q_{нз} = \frac{B_{нз} \cdot Q_{дж}}{100} = \frac{5.5 \cdot 0.35}{100} = 0.02 \text{ м}^3 / \text{сек}$$

2. Визначаємо витрату стічних вод:

$$Q_{св} = Q_{дж} - Q_{нз} = 0.35 - 0.02 = 0.33 \text{ м}^3/\text{с}$$

Рекомендована література: [1, 2, 3, 5, 17]

Тема 3. Розрахунок водогосподарського балансу для частини річкового басейну.

Водогосподарський баланс (ВГБ) представляє собою співвідношення приходу (включаючи акумуляцію води) та витрат в межах річкового басейну за певний проміжок часу (рік, місяць).

Мета розрахунку ВГБ - оцінка існуючих у регіоні водних ресурсів у різні роки забезпеченості (приходна частина) з їх подальшим співставлення із потребами основних водокористувачів басейну (витратна частина).

До приходної частини слід віднести річний стік з розрахунковою забезпеченістю 5, 50, 95 % (розрахунки за формулами 1-2).

Витратна частина включає в себе сумарне незворотне водоспоживання на всій території басейну, а також мінімальну транзитну санітарно-екологічну витрату, яка дорівнює мінімальній місячній витраті води у річці в період 95 % забезпеченості (розрахунки за формулами 4-5) [2, 20]. Розрахунок балансу водних ресурсів в межах частинного басейну виконується у табличній формі (Додаток 8). Баланс визначається за формулою:

$$B = П - В, м^3 \quad (6)$$

де $П$ - приходна частина, $м^3$; $В$ – витратна частина, $м^3$

Для визначення витратної частини розподіляємо річні незворотні витрати по місяцях року:

$$Q_{незв} = \frac{\sum Q_{незв} \cdot B_{незв} \cdot 12}{100}, м^3/сек. \quad (7)$$

$$W_{незв} = 0,0026 \cdot \sum Q_{незв}, км^3 \quad (8)$$

Типовий розподіл витрат незворотного водоспоживання в різних галузях народного господарства по місяцях року, ($B_{незв}$ %), наведено в додатку 7.

За результатами проведених розрахунків здобувачу вищої освіти потрібно зробити висновки щодо прийняття необхідних інженерних заходів які б надали регіону стабільну забезпеченість у водних ресурсах [1, с. 146-149].

Рекомендована література: [1, 2, 4, 6, 7]

Тема 4. Складання водних балансів у системах водного господарства промислових підприємств. Порівняння показників технічної досконалості системи.

Основні принципи складання водного балансу:

1. В системі оборотного водопостачання промислового підприємства необхідно підтримувати постійну витрату води певного сольового складу. Втрати води в системі слід компенсувати за рахунок додавання свіжої води з врахуванням встановлених технологами параметрами її якості.

2. Встановлюються джерела водопостачання, їх кількісні характеристики та якісні показники.

3. Проводиться порівняльний аналіз якісного складу оборотної та свіжої води. Встановлюється необхідність її попереднього очищення та кондиціонування перед подачею до оборотної системи.

4. Визначаються групи споживачів, що потребують воду однакової якості.

5. Розраховуються витрати води за циклами виробництва, на «продувку» та підживлення системи, незворотні втрати води, кількість стічних вод, які утворюються на підприємстві.

6. Для раціонального використання води на підприємстві виявляються можливості щодо послідовного використання відпрацьованої води від однієї групи споживачів для водопостачання іншої.

Приклад. Побудувати схему водного балансу для підприємства яке має наступні системи водопостачання: господарсько-питну; технологічну прямоточну «брудного циклу»; оборотну систему охолодження. Кількість продукції $n=2000$ т/добу; питома витрата води на одиницю продукції: для технологічної прямоточної $q_{\text{пит.бр.}} = 3,32$ м³/тону; для оборотного циклу $q_{\text{пит.чист.}} = 15,3$ м³/тону. Витрата води на господарсько-питні потреби $q_{\text{г-п}} = 233$ м³/добу. Якість води в джерелі: рН – 7,5; величина ПО 14,7 мгО₂/дм³, температура води в річці – 16⁰С, загальна жорсткість води – 3,0 ммоль/дм³, карбонатна жорсткість – 2,5 ммоль/дм³. Максимально допустима карбонатна жорсткість води в оборотній системі 3,95 ммоль/дм³. Втрати води на випаровування $P_1 = 1,2\%$; на крапельний винос $P_2 = 0,05\%$.

Розв'язок.

1. Витрата води для «брудного циклу»:

$$Q_{\text{брудний}} = q_{\text{нит.бр}} \cdot n = 3,32 \cdot 2000 = 6640 \text{ м}^3 / \text{добу}$$

2. Витрата води для «чистого циклу»:

$$Q_{\text{чистий}} = q_{\text{нит.чист.}} \cdot n = 15,3 \cdot 2000 = 30600 \text{ м}^3 / \text{добу}$$

3. Витрати води на продувку систему:

$$P_3 = \frac{Ж_{\text{доб}}^{\text{к}} \cdot P_1}{Ж_{\text{гран}}^{\text{к}} - Ж_{\text{доб}}^{\text{к}}} - P_2, \% \quad (9)$$

де, $Ж_{\text{доб}}^{\text{к}}$ – карбонатна жорсткість води у джерелі водопостачання в ммоль/дм³; $Ж_{\text{гран}}^{\text{к}}$ – максимально допустима карбонатна жорсткість оборотної води, визначається за (10)

$$2,8 \cdot Ж_{\text{к.гран.}} = 8 + \frac{\text{ПО}}{3} - \frac{t_{\text{вх}} - t_{\text{вих.}}}{5,5 - \frac{\text{ПО}}{7}} - \frac{2,8 \cdot (Ж_{\text{заг.}} - Ж_{\text{к.}})}{6 - \frac{\text{ПО}}{7} + \left(\frac{t_{\text{вх}} - t_{\text{вих.}}}{10}\right)^3}, \text{ мг - екв/л} \quad (10)$$

де, ПО – перманганатна окислювальність води яка використовується для підживлення (14,7 мгО₂/дм³), $t_{\text{вх}}$ – температура води, яка надходить в градирню, ($t_{\text{вх}} = 45^{\circ}\text{C}$); $t_{\text{вих}}$ – температура води, яка виходить з градирні, ($t_{\text{вих}} = 40^{\circ}\text{C}$); $Ж_{\text{заг.}}$ – загальна жорсткість свіжої води, ($Ж_{\text{заг.}} = 3,0$ ммоль/дм³); $Ж_{\text{к.}}$ – карбонатна жорсткість свіжої води, ($Ж_{\text{к.}} = 2,5$ ммоль/дм³).

$$2,8 \cdot Ж_{\text{макс}} = 8 + \frac{14,7}{3} - \frac{45-40}{5,5 - \frac{14,7}{7}} - \frac{2,8 \cdot (3-2,5)}{6 - \frac{14,7}{7} + \left(\frac{45-40}{10}\right)^3} = 11,08 \text{ ммоль/дм}^3$$

$$Ж_{\text{гран}}^{\text{к}} = \frac{11,08}{2,8} = 3,95 \text{ ммоль / дм}^3$$

Тоді:

$$P_3 = \frac{2,5 \cdot 1,2}{3,95 - 2,5} - 0,05 = 2,01\%$$

4. Витрати води для підживлення «чистого» циклу:

$$Q_{\text{підж.}} = \alpha \cdot Q_{\text{чистий}}, \text{ м}^3/\text{добу} \quad (11)$$

де, α - коефіцієнт (%), що враховує кількість води, потрібної для поповнення втрат води $Q_{\text{чистий}}$, які знаходяться в зворотній системі водопостачання;

$$\alpha = P_1 + P_2 + P_3 = 1,2 + 0,05 + 2,01 = 3,26\% \quad (12)$$

$$Q_{\text{підж.}} = \frac{3,26 \cdot 30600}{100} = 997,56 \text{ м}^3 / \text{добу}$$

5. Незворотні витрати в системах господарсько-питного та технічного-прямоточного водопостачання:

$$Q_{\text{незв(питна)}} = \frac{\beta^n_{\text{незв}} \cdot Q_{\text{питна}}}{100} \text{ м}^3/\text{добу} \quad (13)$$

$$Q_{\text{незв.техн}} = \frac{\beta^m_{\text{незв}} \cdot Q_{\text{прямоточна-техн.}}}{100} \text{ м}^3/\text{добу} \quad (14)$$

де, $\beta^n_{\text{незв}}$, $\beta^m_{\text{незв}}$ – коефіцієнти незворотних витрат води відповідно у системі господарсько-питного водопостачання та прямоточній системі технічної води (Додаток 9).

6. Кількість стічної води яка утворюється з систем господарсько-питного та технічного водопостачання (брудний цикл):

$$Q_{\text{стічна(питна)}} = Q_{\text{питна}} - Q_{\text{незвор(питна)}}, \text{ м}^3/\text{добу} \quad (15)$$

$$Q_{\text{стічна(технічна)}} = Q_{\text{прямоточна-техн.}} - Q_{\text{незв.техн.}} \text{ м}^3/\text{добу} \quad (16)$$

Розрахунки зводимо в табличній формі (Табл. 3). На основі розрахункових витрат будується балансова схема водопостачання підприємства [1 додаток 7, стор. 223-228].

Таблиця 3.

Система господарсько-питного водопостачання			
$Q_{\text{питна}}$	$\beta_{\text{нез}}^n$	$Q_{\text{незв. (питна)}}$	$Q_{\text{стічна (питна)}}$
233	5,5	12,8	220,2
Прямоточна система технічного водопостачання (брудний цикл)			
$Q_{\text{брудний цикл}}$	$\beta_{\text{нез}}^m$	$Q_{\text{техн.}}^{\text{нез.}}$	$Q_{\text{стічна (технічна)}}$
6640	61	4050	2590
Оборотна система водопостачання (чистий цикл)			
$Q_{\text{чистий}}$ Кількість води в оборотному циклі до градирні	α	$Q_{\text{продувка}} =$ $Q_{\text{підж.}}$	$Q_{\text{град.}}$ Кількість води в оборотному циклі після градирні
30600	3,26	997,56	29602,44

За отриманими результатами можливо розрахувати коефіцієнти технічної досконалості запроєктованої системи водопостачання промислового підприємства [1, с. 149-151].

1) Визначаємо відсоток зворотної води:

$$P_1 = \frac{Q_{\text{зв}}}{Q'_{\text{дж}} + Q_{\text{зв}}} \cdot 100\%, \quad (17)$$

де $Q_{\text{зв}}$ - витрата яка використовується зворотно; $Q'_{\text{дж}}$ - витрата води із джерела, яка використовується для підживлення системи.

$$Q'_{\text{дж}} = Q_{\text{дж}} - Q_{\text{зв}} \quad (18)$$

2) Ефективність використання води, яка забирається з водного джерела:

$$K_{\beta} = \frac{Q_{\text{дж}} - Q_{\text{св}}}{Q_{\text{дж}}} \leq 1 \quad (19)$$

3) Величина незворотного водоспоживання:

$$P_2 = \frac{Q_{дж} - Q_{св}}{Q'_{дж} + Q_{посл.} + Q_{зв}} \cdot 100\% \quad (20)$$

4) Кратність використання води:

$$n = \frac{Q'_{дж} + Q_{посл.} + Q_{зв}}{Q'_{дж}} \quad (21)$$

Результати розрахунків наведено в табличній формі:

Таблиця 4

Порівняння показників технічної досконалості систем водопостачання підприємства

№ системи	$Q_{дж},$ $м^3/год$	$Q_{звор.},$ $м^3/год$	$Q_{посл.},$ $м^3/год$	$Q_{с.в.},$ $м^3/год$	$P_1, \%$	$K_в$	$P_2, \%$	n
Чистий цикл	977,56	29602,44	-	-	97	1	3,26	31
Брудний цикл	6640	-	-	2590	-	0,61	61	1

Рекомендована література: [1, 3, 4, 5, 7, 17, 20]

Тема 5. Розрахунок сольового балансу в оборотній системі технічного водопостачання промислового підприємства.

При експлуатації циркуляційних систем водопостачання дуже важливо знати динаміку зміни у воді концентрації окремих іонів і загального солемісту. Підвищення концентрації солей може викликати процеси корозії теплообмінних систем і комунікацій. Зміна концентрації іонів у циркуляційній воді залежить від умов експлуатації системи, тобто від величини продукції і методу обробки води яка застосовується для підживлення системи, а також, від якості води у водоймі-охолоджувачі [1, с. 125]. Концентрацію іонів у циркуляційній воді в $г/м^3$ до кінця річного циклу визначають за формулою:

$$C_k = \frac{2[W_0 \cdot C_0 + A + W_{cm} \cdot C_{cm} + W_{cv} \cdot C_{cv} + C_n(W_{n.с} + W_{д.с} + W_{ф} + W_{np} + W_{вл.п} - W_{oc} - W_{cm} - W_{cv})] - C_0(W_{ф} + W_{np} + W_{вл.п})}{2 \cdot W_0 + W_{ф} + W_{np} + W_{вл.п}}$$

де W_0 – об'єм води у водоймі-охолоджувачі, млн. м³; C_0 – концентрація солей (іонів) у водоймі-охолоджувачі на початку річного циклу, г/м³; A - кількість іонів (хлоридів, сульфатів, кальцію, магнію, заліза) які вводяться у водойму-охолоджувач протягом року за рахунок обробки всього циркуляційного потоку або його частини реагентами; W_{cm} - річний об'єм води, що надходить у водойму за рахунок стоку, млн. м³; C_{cm} , C_{cv} - середні концентрації солей (іонів) у водах, які надходять до водойми з площі водозбору та скидаються у водойму-охолоджувач, г/м³; W_{cv} - річний об'єм очищених стоків, які надходять у циркуляційну систему, млн. м³; C_n - концентрація шуканого іона через n розрахункових циклів, г/м³; $W_{n.с}$, $W_{д.с}$, $W_{ф}$, W_{np} , $W_{вл.п}$ - річні об'єми води які втрачаються з водойми-охолоджувача відповідно за рахунок природного, додаткового випаровування, фільтраційних витоків, продувки, а також на власні потреби водоочисного обладнання, млн. м³; W_{oc} – річний об'єм води, що надходить у водойму-охолоджувач з атмосферними опадами, млн. м³.

Для підтримки стабільності оборотної води необхідно вилучати з обороту відповідний її об'єм, який має підвищений солеміст («продувочну воду»), замінивши на рівноцінний об'єм «свіжої» води, яка має допустимі параметри за карбонатною жорсткістю, солемістом, температурою, тощо. Основні фактори які впливають на величину продувки: витрата води яка знаходиться в обороті, величина карбонатної жорсткості води із поверхневого джерела, спосіб її попереднього очищення.

Приклад 1. Підрахувати зміну концентрації сульфат іонів для умов, коли продувка системи неможлива ($W_{np} = 0$). Підкислення здійснюється частковим Н-катіонуванням. У цьому випадку іони сульфату вводяться в систему тільки внаслідок коагулювання суспензії.

Вихідні дані: річні об'єми води, млн. м³: $W_{cm} = 0,5$, $W_{n.с} = 5$, $W_{д.с} = 2$, $W_{ф} = 2,5$, $W_{вл.п} = 4$, $W_{oc} = 2$, $W_{cv} = 0$, $W_0 = 15$. Концентрації солей, г/м³: $C_0 = 179$, $C_{cm} = 160$, $C_n = 30$. Кількість води, що піддається коагулюванню сірчаноокислим алюмінієм, $Q = 30$ млн. м³/рік. Доза коагулянту $b = 15$ г/м³. Концентрація сульфат-іона в сірчаноокислому алюмінії - 0,84.

Розв'язок. Кількість сульфат іонів, які надходять до ставка

охолоджувача за рахунок обробки циркуляційного потоку води сірчаноокислим алюмінієм: $A = 0,84$; $Qb = 0,84 \cdot 30 \cdot 15 = 378$ т/рік. Тоді, за формулою (22), визначають концентрацію іонів (C_k) у циркуляційній воді (г/м^3) до кінця річного циклу:

$$C_k = \frac{[15 \cdot 179 + 378 + 0,5 \cdot 160 + 30 \cdot (5 + 2 + 2,5 + 4,0 - 2 - 0,5)] - 179 \cdot (2,5 + 4)}{2 \cdot 15 + 2,5 + 4} = 158$$

Результати розрахунків:

Рік	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
$C_k, \text{г/м}^3$	158	145	137	131	128	126	124	123	123

Протягом останніх трьох років спостерігається стабілізація іонної концентрації сульфатів, тому подальші підрахунки можна припинити [1].

В окремих системах оборотного водопостачання в основі розрахунку величини продувки може бути використана теоретична рівність коефіцієнта випарювання K_k , розрахованого за підвищенням в оборотній воді загального солемісту, хлоридів, лужності, жорсткості ($K_k = k_{Cl} = k_l = k_{жс}$), а також за співвідношенням витрат води для підживлення системи та витрат води яка вилучається з системи разом із продувкою та крапельним виносом [1, с. 128-132, 17]:

а) за випаровуванням води:

$$K_k = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4}{P_2 + P_3 + P_4}, \quad (23)$$

б) за концентруванням солей:

$$K_k = \frac{C_{об}}{C_d} \quad \text{або} \quad K_{Cl} = \frac{Cl_{об}^-}{Cl_d^-}, \quad (24)$$

де P_1 – втрата води, що втрачається у системі на випаровування; P_2 – втрата води на крапельний винос на обладнанні для охолодження води; P_3 – продувка системи; P_4 – втрати води з системи, що втрачається за іншими причинами (втрати води зі зневодненим шламом, втрати води

при аваріях переливи у результаті порушення режиму водопостачання тощо); $C_{зв}$, C_{∂} — солеміст відповідно зворотної води та води яка використовується для підживлення; $Cl_{зв}^-$, Cl_{∂}^- — концентрації іонів хлору відповідно у зворотній та воді яка використовується для підживлення [1, 17].

Якщо оборотна вода в системі є стабільною, то виконується рівність (25) у співвідношеннях між концентраціями різних іонів у зворотній воді та воді яка використовується для підживлення із врахуванням поступового підвищення їх концентрацій в системі під час експлуатації:

$$K_{\text{вин}} = \frac{[Cl^-]_{зв}}{[Cl^-]_{\partial}} = \frac{[SO_4^{2-}]_{зв}}{[SO_4^{2-}]_{\partial}} = \dots = \frac{C_{зв}}{C_{\partial}} = \frac{C_{\partial} + \Delta C}{C_{\partial}} = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{P_2 + P_3} \quad (25)$$

$\Delta C = C_{зв} - C_{\partial}$ — збільшення солемісту зворотної води внаслідок випаровування;

$[Cl^-]_{зв}$, $[SO_4^{2-}]_{зв}$ — концентрація іонів хлору та сульфат іонів у зворотній воді, мг/дм³;

$[Cl^-]_{\partial}$, $[SO_4^{2-}]_{\partial}$ — концентрація іонів хлору та сульфат іонів у підживлюючій воді, мг/дм³.

В сучасних системах оборотного водопостачання величина коефіцієнту випаровування не перевищує 2-4.

Величина необхідної витрати на продувку системи:

$$P_{\text{скид}} = \frac{Ж_{\text{доб}}^{\text{к}} \cdot P_1}{Ж_{\text{гран}}^{\text{к}} - Ж_{\text{доб}}^{\text{к}}} - P_2 \quad (26)$$

де, $Ж_{\text{доб}}^{\text{к}}$ — карбонатна жорсткість води у джерелі водопостачання в ммоль/дм³; $Ж_{\text{гран}}^{\text{к}}$ — максимально допустима карбонатна жорсткість оборотної води, визначається за (10)

Концентрацію добре розчинних солей у зворотній воді $C_{зв}$, в залежності від їх вмісту у воді яка використовується для підживлення C_n , визначають за допомогою рівняння сольового балансу системи [1, 17]:

$$C_{\theta} = K_K \cdot C_n, \text{ мг/дм}^3 \quad (27)$$

$$\text{звідси, } K_K = 1 + \frac{q_o \cdot t}{V} \text{ або } K_K = 1 + \frac{P_1 \cdot Q_{об}}{V} \cdot t, \quad (28)$$

де $Q_{зв}$ – кількість води, що знаходиться у звороті, м³/год; P_1 – величина випаровування води у зворотній системі, % від витрати зворотної води.

Приклад 2. Для системи оборотного водопостачання промислового підприємства визначити втрати води на випаровування та витрату води необхідну для продукції системи. Величина карбонатної жорсткості води яка використовується для підживлення 1,3 ммоль/дм³, гранична карбонатна жорсткість 1,85 ммоль/дм³; перепад температур $\Delta t=15^{\circ}\text{C}$, втрати води з краплинним винесенням вітром $P_2=0,15\%$.

Розв’язок. Втрати води на випаровування $P_{вип}$ визначають за формулою:

$$P_1 = 0,16 \cdot x \cdot \Delta t, \quad (29)$$

де x – частка теплоти, що віддається охолоджуючою водою, за рахунок її випаровування в градирні (влітку – 1,0, взимку – 0,5, весною і восени – 0,75); Δt – зниження температури в градирні.

Для весняно-осіннього періоду:

$$P_1^{\theta} = 0,16 \cdot 0,75 \cdot 15 = 1,8\%$$

Для літнього періоду:

$$P_1^l = 0,16 \cdot 1,0 \cdot 15 = 2,4\%$$

За формулою (9) визначаємо витрату води необхідну для продукції системи зворотного водопостачання:

для літнього періоду:

$$P_{прод}^l = \frac{2,4 \cdot 1,3}{1,86 - 1,3} - 0,15 = 5,55\%$$

для весняно – осіннього періоду:

$$P_{прод}^e = \frac{1,8 \cdot 1,3}{1,86 - 1,3} - 0,15 = 4,03\%$$

Загальна витрата води для підживлення системи:

$$P_{\partial}^e = P_1^e + P_2 + P_{прод}^e = 1,8 + 0,15 + 4,03 = 5,98\%$$

$$P_{\partial}^l = P_1^l + P_2 + P_{прод}^l = 2,4 + 0,15 + 5,55 = 7,8\%$$

Приклад 3. Розрахувати витрати продувочної води та води необхідної для підживлення системи оборотного водопостачання, якщо за результатами технологічних розрахунків необхідно підтримувати величину коефіцієнта випаровування на рівні 2,1. Витрата води в системі оборотного водопостачання становить $30 \cdot 10^3$ м³/год, відсоток води на випаровування 1,5%.

Розв'язок. Визначається відсоток (P_{∂}) свіжої води необхідної для підживлення оборотної системи водопостачання:

$$K_{\text{вип}} = \frac{P_1 + P_3}{P_3} = \frac{P_{\partial}}{P_{\partial} - 1}, \quad (30)$$

$$\text{звідки: } P_{\partial} = \frac{K_{\text{вип}}}{K_{\text{вип}} - 1} \cdot P_1 = \frac{2,1}{2,1 - 1} \cdot 1,5 = 2,86\%. \quad (31)$$

Тоді

$$q_{\partial} = \frac{P_{\partial} \cdot Q_{об}}{100} = \frac{2,86 \cdot 30 \cdot 10^3}{100} = 858 \text{ м}^3 / \text{год}. \quad (32)$$

Далі визначається витрата продувочної води з підвищеним солевмістом, яку необхідно вивести із системи (P_3):

$$P_3 = 2,86 - 1,5 = 1,35\%.$$

$$\text{Тоді, } q_3 = \frac{1,36 \cdot 30 \cdot 10^3}{100} = 408 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Для сучасних систем оборотного водопостачання втрати води на продувку становлять 1-3 % від загальної витрати води яка циркулює в системі [17].

Рекомендована література [1, 5, 9, 17, 20].

Тема 6. Розрахунок ГДС забруднюючих речовин у поверхневій водні об'єкти.

Загальні вимоги щодо якісного складу і властивостей води на об'єктах господарсько-питного, комунально-побутового та рибогосподарського водокористування наведено в додатку 10 [4], ГДК нормативних речовин у водних об'єктах у додатках 11, 12 [4].

Допустима концентрація завислих речовин у зворотних водах [21, с. 4]:

$$C_{ГДС} = n \cdot C_{ГДП} + C_{\phi} \quad (33)$$

де $C_{ГДП}$ - допустиме збільшення концентрації завислих речовин у річкової воді для водойм відповідної категорії водокористування (Додаток 10).

Концентрацію забруднень в зворотних водах перед скидом їх до водойми слід перевіряти на необхідність доочищення:

$$C_{над} = C_{вих} - C_{ГДС} \quad (34)$$

де $C_{вих}$ – вихідна концентрація забруднюваних величин у зворотних водах, $мг/дм^3$, $C_{ГДС}$ – допустима концентрація забруднюваних величин, $мг/дм^3$

Допустима концентрація нафтопродуктів у зворотних водах [21, с. 5]:

$$C_{ГДС} = n \cdot (C_{ГДК} - C_{\phi}) + C_{\phi} \quad (35)$$

де $C_{ГДК}$ – гранично допустима концентрація нафтопродуктів у річкової воді (Додаток 11).

Допустима БПК_{повн} зворотних вод становить [1, 4, 18, 21]:

$$C_{ГДС}^{БПКзал} = n \cdot [(C_{ГДК} - C_{ОД})e^{k_1 t} - C_{\phi}] + C_{\phi} \quad (36)$$

n – кратність розбавлення зворотних вод у розрахунковому створі; k_1 – усереднене значення коефіцієнта не консервативності органічних речовин, які обумовлюють БПК_{повн} фону та зворотних вод,

$\delta i\bar{b}^{-1}$; $C_{од}$ - БПК_{повн} обумовлена метаболітами та органічними речовинами, що змиваються у водотік атмосферними опадами з площі водозбору на останній ділянці шляху перед контрольним створом довжиною 0,5 добового пробігу [1, 4, 18].

Величину $C_{од}$ приймається ($г O_2/м^3$) для гірських річок – 0,6...0,8; для рівнинних річок, що протікають по території, ґрунти якої не дуже багаті на органічні речовини – 1,7...2; для річок болотного живлення 2,3...2,5. Якщо відстань від випуску зворотних вод до контрольного створу менша за 0,5 добового пробігу, то $C_{од} = 0$.

Тривалість переміщення води від місця випуску зворотних вод до розрахункового створу [4, 21 с. 6]

$$t = \frac{L}{86400 \cdot v_{ср}} \quad (37)$$

де L – відстань до розрахункового створу, м; $v_{ср}$ – середня швидкість руху води у водотоку, м/с

$$k_1 = \frac{1}{t} \ln \frac{L_0^3 + (n-1)L_0^p}{L_0^3 - L_t^3 + (n-1)(L_0^p - L_t^3)} \quad (38)$$

де $L_0^p, L_t^p, L_0^3, L_t^3$ – відповідно БПК_{повн} та БПК₅ річкової і зворотних вод, мг $O_2/л$; $t = 5\delta i\bar{b}$.

Для перерахунку отриманого значення $k_{1(20^0)}$ у значення $k_{1(2^0)}$, що відповідає зимовому режиму:

$$k_{1(T)} = k_{1(20^0)} \cdot 1,047^{T-20^0} \quad (39)$$

Рекомендована література [1, 4, 19].

Тема 7. Розрахунок необхідного ступеня очистки води в розрахунковому створі.

По мірі віддалення випуску стічних вод відбувається їх поступове змішування з водами річки. На ступінь змішування також впливає співвідношення витрат річкової та стічної води, швидкість течії річки, її глибина, звивистість, тип випуску та інші фактори.

Для визначення ролі річкової води, яка приймає участь в змішуванні її із стічними водами, вводять коефіцієнт змішування, який визначається за формулою Фролова та Родзиллера [1, с. 79]:

$$\lambda = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L_p}}}{1 + \frac{Q_{95\%}}{q_{св}} \cdot e^{-\alpha \sqrt[3]{L_p}}} \quad (40)$$

де L_p - відстань до розрахункового створу, м (додаток 1); $q_{св}$ - створи скиду стічних вод від населеного пункту; α - коефіцієнт, який враховує вплив гідравлічних факторів:

$$\alpha = \varphi \xi \sqrt[3]{\frac{V_p \cdot h_p}{200 \cdot q_{св}^n}} \quad (41)$$

де φ - коефіцієнт звивистості ріки визначається як відношення довжини річки (L) до довжини по прямій вимірянній на плані; ξ - коефіцієнт, який залежить від місця випуску стічних вод: для берегового випуску $\xi=1$; для руслового випуску $\xi=1,5$; V_p , h_p - середня швидкість та глибина річки (додаток 1);

Кратність розбавлення стічних вод річковою водою в максимально забрудненому струмені розрахункового створу характеризується коефіцієнтом розбавлення:

$$n_i = \frac{\lambda \cdot Q_{95\%} + q_{св}}{q_{св}} \quad (42)$$

$Q_{95\%}$ - найменша середньомісячна витрата води у річці у дуже маловодний рік 95% забезпеченості, м³/с; $q_{св}$ - втрата стічних вод від населеного пункту, або промислового підприємства у даному розрахунковому створі, м³/с; χ - коефіцієнт змішування:

Протягом року витрати води у річці змінюються. У період великих витрат кратність розбавлення зростає, а відстань до контрольного створу зменшується і навпаки, із зменшенням витрат відстань збільшується [1, 2, 4, 9, 12]. Найбільш несприятливі умови складаються в період мінімальних витрат в дуже маловодний рік.

Граничні допустимі концентрації завислих речовин, m , г/м³ у стічних водах які скидаються до водоймищ:

$$m = P_{ГДК} \left(\frac{\lambda \cdot Q_{95}}{q_{св}} + 1 \right) + C_{фон} \quad (43)$$

де, $P_{ГДК}$ - допустиме санітарними нормами збільшення концентрації завислих речовин у річці після скиду стічної води, г/м³, $P_{ГДК} = 0,7 \dots 0,75$ г/м³; $Q_{95\%}$ - найменша середньомісячна витрата води у річці у дуже маловодний рік 95% забезпеченості, м³/с; $q_{св}$ - втрата стічних вод від населеного пункту, або пром'яприємства у даному розрахунковому створі, м³/с; B - концентрація завислих речовин у річці до скиду стічних вод г/м³; $C_{фон}$ - концентрація завислих речовин у річці між розрахунковими створами (додаток 1).

Максимальна концентрація завислих речовин у розрахунковому створі, мг/дм³

$$C_{max} = C_y + C_{фон} \quad (44)$$

Прогнозована якість води у розрахунковому створі:

$$C_y = \frac{C_{сум}^{3P} - C_{фон}}{n} \quad (45)$$

Ступінь необхідної очистки води для різних показників якості може визначатися за формулою:

$$E = \frac{(C_{\max} - m)}{C_{\max}} \cdot 100, \quad (46)$$

Приклад. Розрахувати необхідний ступінь очищення стоків від населеного пункту ($q_{св}=0,22 \text{ м}^3/\text{с}$) при скиді у водойму, якщо найменша середньомісячна витрата води у річці $Q_{95\%} = 1,4 \text{ м}^3/\text{с}$, швидкість води $4,5 \text{ м/с}$; глибина води в річці $3,5 \text{ м}$; фонові концентрації завислих речовин $C_{\text{фон.}} = 45 \text{ мг/дм}^3$, відстань до розрахункового створу 1000 м . Тип водовипуска – береговий.

Розв'язок.

1. Визначаємо коефіцієнт, який враховує вплив гідравлічних факторів:

$$\alpha = \varphi \varepsilon \sqrt[3]{\frac{V_p h_p}{200 \cdot q_{св}}} = 1,2 \cdot 1,0 \sqrt[3]{\frac{4,5 \cdot 3,5}{200 \cdot 0,22}} = 0,85$$

2. Розраховуємо коефіцієнт змішування:

$$\lambda = \frac{1 - e^{-\alpha^3 \sqrt[3]{L_p}}}{1 + \frac{Q_{95\%}}{q_{св}} \cdot e^{-\alpha^3 \sqrt[3]{L_p}}} = \frac{1 - e^{-0,85^3 \sqrt[3]{1000}}}{1 + \frac{1,4}{0,22} \cdot e^{-0,85^3 \sqrt[3]{1000}}} = 0,998$$

3. Кратність розбавлення стічних вод річковою водою:

$$n = \frac{\lambda \cdot Q_{95} + q_{св}}{q_{св}} = \frac{0,998 \cdot 1,4 + 0,22}{0,22} = 7,35$$

4. Граничні допустимі концентрації завислих речовин, m , г/м^3 у стічних водах які скидаються до водоймищ:

$$m = P_{ГДК} \left(\frac{\lambda \cdot Q_{95}}{q_{св}} + 1 \right) + b = 0,7 \left(\frac{0,998 \cdot 1,4}{0,22} + 1 \right) + 45 = 50,15 \text{ мг/дм}^3$$

5. Максимальна концентрація завислих речовин у розрахунковому створі, мг/дм^3

$$C_y = \frac{C_{\text{сум}}^{3P} - C_{\phi}}{n} = \frac{325 - 45}{7,35} = 38,1 \text{ мг/дм}^3$$

6. Необхідний ступінь очищення стоків від населеного пункту при скиді у водойму:

$$E = \frac{(83,1 - 50,15)}{83,1} \cdot 100 = 39,65\%$$

Рекомендована література: [1, 3, 4, 5, 19].

Тема 8. Визначення концентрації забруднюючих речовин в суміші попередньо очищених стічних вод, які скидаються у водойму.

Параметри якості природних вод знаходяться безпосередньо під впливом як природних так і антропогенних факторів. Зазвичай, вниз за течією відбувається скид очищених та недостатньо очищених стоків від декількох промислових підприємств та населених пунктів із різними витратами та якісним складом забруднюючих інгредієнтів. Параметри якості води у суміші стоків, які скидаються в певному розрахунковому створі розраховуються за формулою:

$$C_{\text{сум}}^i = \frac{q_{\text{св}}^i \cdot C^i + \dots + q_{\text{св}}^n \cdot C^n}{\sum q_{\text{св}}}, \text{ мг/дм}^3 \quad (47)$$

де, C^i – концентрації забруднень, мг/дм³ (завислих речовин, БПК, іонів важких металів, жирів, Р₂О₅, азоту, ХПК, хлоридів) в суміші стічних вод;

Вдалим варіантом комплексної оцінки якості поверхневої води для кожного із розрахункових створів є графічний метод [1]. Метод враховує найбільш характерні лімітуючі елементи і дає безрозмірну числову величину, яка характеризує екологічний стан басейну. Метод полягає в тому, що складається модель-карта якості поверхневих вод, що являє собою кругову діафрагму з шкалами-радіусами [1, рис. 1.10]. Ціна поділки шкал відповідає

максимальному значенню лімітуючого показника якості води (Додаток 11), тобто за санітарно-екологічними нормативами, що відображено центральним заштрихованим колом. Кількість радіусів дорівнює кількості гідрохімічних характеристик, що визначаються. Фактичне нанесення стану річки діаграму показує напрямком змін гідрохімічних характеристик, за яким можна судити про можливі джерела забруднення, а відношення площі діаграми фактичного забруднення до площі заштрихованого круга дає можливість розрахувати сумарний екологічний коефіцієнт якості води у даному створі спостережень $K_{ек}$:

$$K_{ек} = \frac{F_{фактич.}}{F_{ГДК}} \quad (48)$$

де $F_{фактич}$ - площа фактичного забруднення; F_0 - площа за допустимими забруднень, при $R=1$ см.:

$$F_0 = \pi \cdot R^2 = 3,14 \text{ см}^2$$

Ступінь забруднення водоймищ розподіляється на: $K_{ек} < 1$ – допустима; $K_{ек} = 1.0 \dots 1.83$ – помірна; $K_{ек} = 1.83 \dots 2.62$ – висока; $K_{ек} > 2.62$ – дуже висока.

Приклад. Визначаємо концентрацію забруднюючих інгредієнтів у суміші стічних вод від міста ($0,2 \text{ м}^3/\text{с}$) та промислового підприємства ($0,02 \text{ м}^3/\text{с}$).

Розрахунок. Розрахунки ведемо згідно (47):

$$C_{сум}^{зр} = \frac{q_{св}^{\phi} \cdot 75 + q_{св}^{и} \cdot 75}{q_{св}^{\phi} + q_{св}^{и}} = \frac{0,2 \cdot 75 + 0,02 \cdot 75}{0,2 + 0,02} = 75 \text{ мг/дм}^3$$

$$C_{сум}^{БПК} = \frac{0,2 \cdot 15 + 0,02 \cdot 15}{0,22} = 15 \text{ мг/дм}^3$$

$$C_{сум}^{I.V.M.} = \frac{0,2 \cdot 0,75 + 0,02 \cdot 1,5}{0,22} = 0,82 \text{ мг/дм}^3$$

$$C_{N_2O_3} = \frac{0,2 \cdot 15 + 0,02 \cdot 10}{0,22} = 14,5 \text{ мг/дм}^3$$

$$C_{P_2O_5} = \frac{0,2 \cdot 30 + 0,02 \cdot 2,5}{0,22} = 27,5 \text{ мг/дм}^3$$

$$C_{ХПК} = \frac{0,2 \cdot 35 + 0,02 \cdot 150}{0,22} = 45 \text{ мг/дм}^3$$

$$C_{\text{жири}} = \frac{0,2 \cdot 15 + 0,02 \cdot 19}{0,22} = 15,4 \text{ мг/дм}^3$$

$$C_{\text{хлориди}} = \frac{0,2 \cdot 0,8 + 0,02 \cdot 3,5}{0,22} = 0,75 \text{ мг/дм}^3$$

На основі даних розрахунків будувється діаграма комплексної оцінки стану водного джерела (рис. 1).

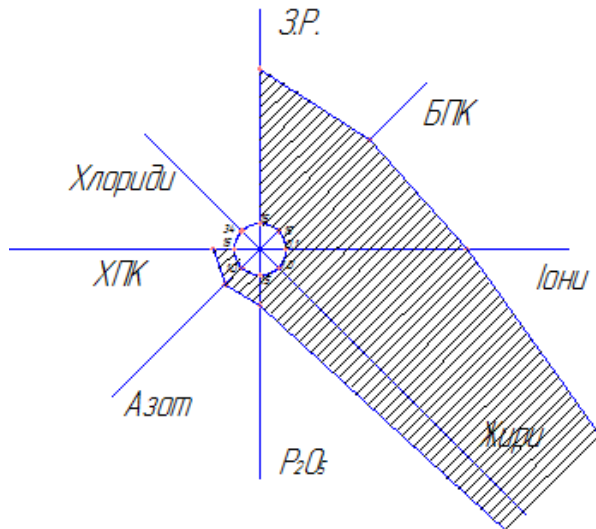


Рис. 1. Діаграма комплексної оцінки стану водного джерела.

Рекомендована література: [1, 2, 4].

Тема 9. Визначення середньорічного об'єму поверхневого стоку та об'єму дощового стоку від розрахункового дощу з території промислового підприємства для очищення та повторного використання.

Приклад 1. Підприємство – завод із виробництва мінеральних добрив. Поверхневий стік відводиться з території 10 га, у тому числі: з покрівель будівель – 5,3 га; з асфальтованих покриттів та доріг – 3,55 га; з газонів – 1,15 га. Відведення дощового стоку здійснюється у водний об'єкт рибогосподарського призначення 2-ої категорії.

Розрахунок. Визначення середньорічного об'єму поверхневого дощового стоку. Річний об'єм поверхневих стічних вод, що утворюються на території водозбору, визначається як сума поверхневого стоку за теплий (квітень-жовтень) та холодний (листопад-березень) періоди року із загальної площі водозбору об'єкта за формулою:

$$W_{\Gamma} = W_{\text{Д}} + W_{\text{Т}} + W_{\text{М}} \quad (49)$$

де $W_{\text{Д}}$, $W_{\text{Т}}$ і $W_{\text{М}}$ - середньорічний об'єм дощових, талих та вод від мийки транспорту, в м^3

Середньорічний об'єм дощових ($W_{\text{Д}}$) та талих ($W_{\text{Т}}$) вод, в м^3 :

$$W_{\text{Д}} = 10 \cdot h_{\text{Д}} \cdot \psi_{\text{Д}} \cdot F = 10 \cdot 425 \cdot 0,6485 \cdot 10 = 27561,25 \text{ м}^3 / \text{рік} \quad (50)$$

$$W_{\text{Т}} = 10 \cdot h_{\text{Т}} \cdot \psi_{\text{Т}} \cdot F = 10 \cdot 200 \cdot 0,500 \cdot 10 = 10000 \text{ м}^3 / \text{рік} \quad (51)$$

F - розрахункова площа стоку, в га; $h_{\text{Д}}$ - шар опадів за теплий період року, $h_{\text{Д}} = 425$ мм (визначається за таблицею 2 [8]; $h_{\text{Т}}$ - шар опадів за холодний період року, $h_{\text{Т}} = 200$ мм (визначається за таблицею 1 [8]; $\psi_{\text{Д}}$ та $\psi_{\text{Т}}$ - загальні коефіцієнти стоку відповідно дощових та талих вод, визначається як середньозважена величина [18].

Таблиця 5

Розрахунок загального коефіцієнта стоку дощових вод (ψ_{∂})

Вид поверхні або площі водозбору	Площа, F_i	Доля покриття від загальної площі стоку, F_i/F	Коефіцієнт стоку, ψ_i	$F_i \psi_i/F$
Покрівлі будівель і споруд	5,3	0,53	0,80	0,424
Асфальтові покриття і дороги	3,55	0,355	0,6	0,213
Зелені насадження і газони	1,15	0,115	0,1	0,0115
$\Sigma F_i=10$		$\Sigma =1,00$	$\psi_{\partial}=0,6485$	

Загальний річний об'єм вод які використовуються для поливу зелених насаджень та мийки дорожнього покриття (W_M), m^3 :

$$W_M = 10 \cdot m \cdot k \cdot F_M \cdot \psi_M = 10 \cdot 1,5 \cdot 130 \cdot 0,5 \cdot 3,55 = 3461,25 m^3 / рік \quad (52)$$

де m - питома витрата води на 1 миття дорожнього покриття (при механізованому прибиранні території 1,2-1,5 л/м², при ручному – 0,5 л/м²); ψ_M - коефіцієнт стоку для вод які використовуються для поливу та миття дорожнього покриття (приймається 0,5); k - середня кількість мийок за рік (складає 100-150); F_M - площа твердих покриттів, які підлягають прибиранню, га.

Середньорічний об'єм поверхневого стоку з території підприємства:

$$W_{\Gamma} = W_D + W_T + W_M = 27561,25 + 10000 + 3461,25 = 41022,5 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Визначення розрахункового об'єму поверхневого стоку який підлягає очищенню

Об'єм дощового стоку від розрахункового дощу ($W_{оч}$) в m^3 , що відводиться на очисні споруди з території заводу:

$$W_{оч} = 10 \cdot h_q \cdot F \cdot \psi_{\partial}, m^3 \quad (53)$$

де, h_q - максимальний шар опадів за дощ, мм, стік від якого повністю підлягає очищенню; ψ_{∂} - середній коефіцієнт стоку для

розрахункового дощу, $\Psi_d = 0,634$ (визначається як середньозважена величина) [10, 18]; загальна площа стоку, $F = 10$ га.

Так як завод з виробництва лікарських препаратів за ступенем забрудненості поверхневого стоку відноситься до підприємств першої групи, величина h_a визначається за допомогою відповідної функції розподілу ймовірності добового шару рідких опадів для даної місцевості в період із позитивними середньомісячними температурами повітря та періодом одноразового перевищення розрахункової інтенсивності $P = 0,05 - 0,1$ року. Для розглянутого прикладу величина h_a , для дощів з періодом одноразового перевищення $P = 0,075$ року, становить 6,50 мм. Таким чином:

$$W_{Oч} = 10 \cdot 6,5 \cdot 10 \cdot 0,634 = 412,1 \text{ м}^3$$

Визначення розрахункової витрати поверхневого стоку який відводиться на очисні споруди

Розрахункова витрата дощових вод $Q_{Oч}$, що направляються на очищення при регулюванні за схемами (рис. 3) (продуктивність очисних споруд при очищенні дощового стоку), визначається за формулою:

$$Q_{Oч} = (W_{Oч} + W_{mn}) / [3,6 \cdot (T_{Oч} - T_{відст} - T_{mn})], \text{ л/с} \quad (54)$$

$Q_{Oч}$ - продуктивність споруд глибокого очищення поверхневого стоку, л/с; $W_{Oч}$, - об'єм дощового стоку від розрахункового дощу, що відводиться на очисні споруди з територій міст та підприємств, м^3 ; W_{mn} - сумарний об'єм забруднених вод, що утворюються від операцій обслуговування технологічного обладнання очисних споруд протягом нормативного періоду переробки об'єму дощового стоку від розрахункового дощу, м^3 ; $T_{Oч}$ - нормативний період очищення об'єму дощового стоку від розрахункового дощу, що відводиться на очисні споруди з територій міст та підприємств, год; $T_{відст}$ - мінімальна тривалість відстоювання поверхневого стоку в акумулюючому резервуарі, год; T_{mn} - сумарна тривалість технологічних перерв у роботі очисних споруд протягом нормативного періоду очищення об'єму дощового стоку від розрахункового дощу, год.

Таким чином, продуктивність очисних споруд для очищення дощового стоку становить в режимі роботи акумулюючого резервуара як буферної ємності:

$$Q_{оч} = (412,1 + 10 \cdot 412,1/100) / [3,6 \cdot (72 - 0,1 - 3 \cdot 72/100)] = 1,8 \text{ л/с}$$

Конструктивно ємність для збору та тимчасового зберігання дощових вод складається з блоків-модулів, виготовлених з поліпропілену розмірами - 1200x600x300 см, максимальної ємності 216 л. Для накопичення необхідного об'єму дощового стоку резервуари збираються з декількох ярусів (рис. 2). Для запобігання процесу інфільтрації дощової води в ґрунт резервуар обертається двома шарами геотекстилю, між якими прокладається мембранний матеріал.

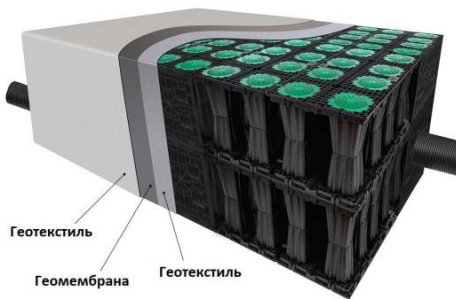


Рис. 2. Резервуар для накопичення дощових вод

Приклад 2. Розрахувати регулюючий резервуар призначений для тимчасової акумуляції частини дощової води з території підприємства площею 9,6 га, покриття - асфальтове. Середньозважене значення коефіцієнта поверхні стоку $z_i \cdot f_i = 0,115025$. Кількість опадів 0,029 м.

Розв'язок. Розрахункова кількість дощового стоку, яка надходить в систему блок-модулів:

$$V_{st} = P \cdot F \cdot \psi \quad \text{М}^3 \quad (55)$$

де, V_{st} - об'єм стоків за розрахунковий період, м³; P - кількість опадів, м; F - розмір площі водозбору, м²; ψ - коефіцієнт поверхневого стоку.

$$V_{st} = P \cdot F \cdot \psi = P \cdot F \cdot z_i \cdot f_i = 0,029 \cdot 9600 \cdot 0,115025 = 32 \text{ м}^3 \quad (56)$$

Кількість блоків-модулів становить:

$$n = \frac{V_{st}}{V_{snet}}, \text{ шт} \quad (57)$$

де, n - кількість блоків; V_{st} - об'єм першої хвили стоку, м³; V_{snet} - чистий об'єм системи, м³ який становить 0,206 м³

$$n = \frac{V_{st}}{V_{snet}} = \frac{32}{0,206} = 155 \text{ шт.}$$

На рис. 3. наведено принципова схема регулювання витрати і об'єму дощового стоку перед очисними спорудами.

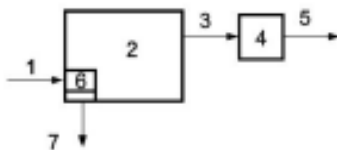


Рис. 3. Принципові схеми регулювання витрати і об'єму дощового стоку перед очисними спорудами. 1 – самопливний колектор дощової каналізації; 2 – регулюючий резервуар; 3 – трубопровід відведення стоку на споруди очищення; 4; 5 – трубопровід відведення очищеного стоку у водний об'єкт; 6 – камера поділу стоку по обсягом; 7 – скидання надлишкового поверхневого стоку у водний об'єкт

Рекомендована література: [1, 4, 8, 9, 10, 18].

Тема 10. Оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС).

Оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС) - це комплексна оцінка впливів на природне, соціальне і техногенне середовище та обґрунтованість допустимості запроєктованої планової діяльності. В процесі розробки ОВНС використовуються дані про сучасний стан навколишнього середовища в районі

розміщення об'єкта планової діяльності (метеорологічні характеристики, фонові концентрації, стан ділянки, результати моніторингу стану водного об'єкту та інше), результати інженерно-технічних і інших вишукувань, картографічні матеріали, проектна потужність запроєктованого об'єкту, сукупність інших досліджень, аналізів та експертиз тощо.

Метою розробки ОВНС – «є визначення допустимості, доцільності і прийнятності проектних рішень, в тому числі обґрунтування екологічних, економічних, технічних, санітарних, організаційних та інших заходів з метою забезпечення охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки» [16, с. 2]. Підставою для проведення ОВНС є вимога ДБН А.2.2-3-2014 [13], де оцінка впливів на навколишнє середовище (ОВНС) є складовою частиною процедури забезпечення розробки передпроектної та проектної документації. Склад та зміст матеріалів ОВНС регламентовано ДБН А.2.2-1-2003 [14], ДСТУ-Н Б.Б.1.1-10:2010 [15], ДБН А.2.2-1:2021 [16].

Основні завдання ОВНС наведені в ДБН А.2.2-1:2021 (п. 4.3, с.3) і складаються з наступних пунктів: «загальної характеристики існуючого стану території району і майданчика (траси) будівництва або їх варіантів; розгляду конкурентно-можливих альтернатив (технологічних і територіальних) планованої діяльності та обґрунтування переваг обраної альтернативи, у тому числі варіанта розміщення, з урахуванням пріоритету вимог екологічної безпеки, збереження природоохоронних територій та об'єктів; визначення переліку можливих екологічно небезпечних впливів на навколишнє середовище за варіантами розміщення; визначення масштабів та рівнів впливів планованої діяльності на навколишнє середовище; прогнозу зміни стану навколишнього середовища відповідно до переліку впливів; визначення комплексу заходів щодо попередження, обмеження та пом'якшення небезпечних впливів планованої діяльності на навколишнє середовище, необхідних для дотримання вимог природоохоронного та санітарного законодавств і інших законодавчих та нормативних документів, які стосуються безпеки навколишнього середовища; визначення прийнятності очікуваних залишкових впливів на навколишнє середовище; складання висновку про екологічні наслідки» [16].

Структура розділу ОВНС повинна містити наступні підрозділи [16, п. 5.1]:

- підстави для проведення ОВНС;
- фізико-географічна і кліматична характеристики району й майданчика (траси) будівництва об'єктів проектованої діяльності;
- загальна характеристика об'єктів проектування і господарської діяльності в зонах їх впливів;
- характеристика навколишнього природного середовища й оцінка впливів на нього;
- характеристика навколишнього соціального середовища й оцінка впливів на нього;
- оцінка впливів проектованої діяльності на навколишнє середовище (клімат і мікроклімат; повітряне середовище; геологічне середовище; **водне середовище**; землі та ґрунти; природоохоронні території та об'єкти);
- заходи щодо забезпечення нормативного стану навколишнього середовища та екологічної безпеки;
- комплексна оцінка впливів проектованої діяльності на навколишнє середовище і характеристика залишкових впливів;
- заява про екологічні наслідки діяльності.

До складу матеріалів підрозділу **“Водне середовище”**, відповідно до п. 5.6.8 ДБН А.2.2-1:2021, включають «результати аналізу порушення гідрологічних і гідрогеологічних параметрів водних об'єктів і територій у зонах впливів планованої діяльності, впливи на поверхневі і підземні води пріоритетних і специфічних забруднюючих речовин, що надходять у водне середовище при скидах стічних вод і фільтраційних витоках. Результати аналізу повинні відображати розподіл оцінюваних показників по акваторії і території, у контрольних створах, враховувати впливи, що підсумовуються, обґрунтовувати санітарні попуски, допустимі скиди і фільтраційні витоки» [16].

У матеріалах, які характеризують **поверхневі води**, необхідно у стислій формі навести його загальну характеристику та характеристики водозбірних басейнів, їх господарське використання [п. 5.6.8.1, 16]. Відповідно до рекомендацій [16] при наданні оцінки впливу планованої діяльності на стан

поверхневого джерела необхідно розглянути його гідродинамічні і водно-балансові параметри, фізико-хімічні та бактеріологічні показники, токсичність і сумарну радіоактивність.

Оцінка впливів планованої діяльності на підземні води [п. 5.6.8.3, 16] включає: гідродинамічні, фільтраційні і водно-балансові параметри, умови природної захищеності; фізико-хімічні та санітарно-гігієнічні характеристики.

В розділі ОВНС, відповідно до п. 5.6.8.5, необхідно також обґрунтувати заходи щодо виснаження поверхневих і підземних джерел водопостачання та запобігання надходження у водні об'єкти забруднюючих речовин.

Розрахунки показників якості поверхневих вод повинні бути виконані для найнесприятливіших гідрологічних періодів упродовж року (зимова або літня межень) п.5.6.8.5 [16].

Оцінка впливу планованої діяльності на поверхневі води проводиться з «врахуванням лімітів забору та використання води, лімітів скидання забруднюючих речовин (гранично допустимі скиди ГДС речовин із зворотними водами у поверхневі водні об'єкти)» (п. 5.6.8.1).

Основні етапи розробки та узгодження розділу ОВНС: Перший Етап.

- розробка, погодження і публікація Заяву про наміри за формою, наведеною у додатку Г ДБН А.2.2-1-2003 [14], із зазначенням переліку очікуваних впливів планованої діяльності;
- збір і систематизація наявних матеріалів про стан навколишнього середовища, середовища життєдіяльності населення і господарської діяльності відповідно до переліку впливів;
- завдання на розробку матеріалів ОВНС за формою, наведеною у додатку Д ДБН А.2.2-1-2003 [14], з обґрунтуванням обсягів робіт залежно від небезпеки для навколишнього середовища планованої діяльності, її альтернативи, варіантів розміщення і стану навколишнього середовища.

Другий Етап.

- Виконуються роботи з розробки розділу ОВНС, відповідно до завдання, і за результатами цих робіт готується Заява про екологічні наслідки діяльності.

Третій Етап.

- Подача матеріалів ОВНС у складі проектної документації на узгодження і комплексну екологічну експертизу відповідно до чинного законодавства.

Порядок здійснення ОВНС має відповідати певному алгоритму (Додаток 13). Відповідно до законодавства України підсумковим результатом проведення ОВНС є Заява про екологічні наслідки діяльності, яка являє собою юридичний документ, що подається разом з іншими проектними матеріалами на екологічну експертизу. У цьому документі, крім інформації про результати проведення ОВНС, дається аналіз техніко-економічних і соціальних наслідків запланованої діяльності, пов'язаних з її впливом на навколишнє середовище, аналіз екологічного ризику, а також обґрунтування вибору пропонованого варіанта.

Рекомендована література: [13, 14, 15, 16].

11. САМОСТІЙНА РОБОТА

Самостійна робота здобувача вищої освіти є невід'ємною складовою освітнього процесу. Це основа навчання, спрямована на формування самостійності майбутнього фахівця, уміння здійснювати самостійний пошук, системний аналіз та узагальнення навчально-методичної та наукової інформації, здатності приймати конструктивні рішення тощо.

Метою самостійної роботи є розширення знань здобувачів вищої освіти в галузі раціонального використання води при проектуванні систем водопостачання-водовідведення населених пунктів та промислових підприємств.

Підсумком самостійної роботи над вивченням дисципліни «Раціональне використання води» є складання письмового звіту за питаннями, що не розглядаються під час аудиторних занять.

11.1. Завдання для самостійної роботи

1. Мета раціонального використання водних ресурсів.
2. Вплив антропогенної діяльності на стан водних ресурсів. Типи забруднень поверхневих та підземних вод.
3. Системи каналізації промислових підприємств із мінімальним скиданням стічних вод в водоймище. Із чого складається безворотне споживання води у виробництві.
4. Які стічні води заборонені до скиду у водні об'єкти. Наслідки — теплового забруднення водоймищ.
5. Системи дощової та загально сплавної каналізації на підприємствах, можливість використання цих систем на виробництві.
6. Фактори, які впливають на можливість об'єднання потоків стічних вод різного призначення на майданчиках промислових підприємств.
7. Вимоги до якості води, що може бути використана повторно в промисловості.
8. Яким чином досягається стабілізація зворотньої води в зворотних системах водопостачання.
9. Яким чином досягається запобігання біологічного обростання зворотних систем.
10. Які вимоги до якості біологічно очищених стічних вод, що застосовуються для підживлення зворотних систем водопостачання.
11. Категорії стічних вод в залежності від походження та складу. Які води називають умовно чистими.
12. Основні цілі безпечного використання одних ресурсів.
13. Уточнений розрахунок іонного складу освітленої води після реагентного пом'якшення.
14. Основні передумови для створення замкнутих систем водного господарства.
15. Санітарні умови скиду стічної води у природні об'єкти.

11.2. Оформлення звіту про самостійну роботу

Підсумком самостійної роботи над вивченням дисципліни є складання письмового звіту за темами, вказаними в пункті 7.1.

Звіт оформлюється на стандартному папері формату А4 (210x297) з одного боку. Поля: верхнє, праве – 10 мм, нижнє – 17 мм, лїве – 20 мм. У тексті повинні бути зазначені посилання на використану літературу. Звіт може бути рукописним або друкованим і виконується українською мовою. На титульній сторінці звіту мають бути зазначені назва кафедри, тема самостійно ї роботи, прїзвище та ініціали здобувача вищої освіти, група, прїзвище та ініціали викладача, який приймає роботу, посада.

Загальний обсяг звіту – 10-15 сторїнок. Звіт включає план, основну частину, висновки, список використаної літератури та додатки. Здача звіту про самостійну роботу відбувається у терміни, спільно обумовлені викладачем і здобувачем вищої освіти.

Рекомендована література

Базова

- 1 Василенко О. А., Литвиненко Л. Л., Квартенко О. М .Раціональне використання та охорона водних ресурсів : навч. посіб. для студ. напряму "Водні ресурси" ВНЗ. Рівне : НУВГП, 2007. 245 с.
URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/1894/>
2. Грищенко Ю. М. Комплексне використання та охорона водних ресурсів : навчальний посібник. Рівне, 1997. 247 с.
3. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води : підручник. К. : Вища школа, 2005. 671 с.
4. Мацнев А. І., Проценко С. Б., Саблій Л. А. Практикум з моніторингу та інженерних методів охорони довкілля. Рівне : ВАТ «Рівненська друкарня», 2002. 460 с.
5. Орлов В. О., Литвиненко Л. Л., Орлова А. М. Водопостачання промислових підприємств : навчальний посібник. К. : Знання, 2014. 278 с.
6. Справочник по водным ресурсам / Под ред. Б. И. Стрельца; ред.-сост. А. В. Яцык, О. З. Ревера, В. Д. Дупляк. К., Урожай, 1987. 304 с.
7. Хоружий П. Д., Хомутецька Т. П., Хоружий В. П. Ресурсозберігаючі технології водопостачання. К. : Аграрна наука, 2008. 534 с.

Нормативно-правова

8. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна Кліматологія. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 127 с.

9. Правила охорони поверхневих во від забруднення зворотніми водами (Затв. Постановою Кабміну України від 25.03.1999. N 465. *Із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ N 748 ([748-2013-п](#)) від 07.08.2013*

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/465-99-%D0%BF#Text>

10. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування: Київ, Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. 128 с. [Чинний від 2014-01-01].

11. Правила приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення : Наказ № 316 від 01.12.2017 р.; зареєстровано в Міністерстві юстиції України 15.01.2018 р., № 56/31508.

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0056-18#Text>

12. ДСТУ 4808:2007 Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання. Прийнято та надано чинності: наказ Держспоживстандарту України від 5 липня 2007р. № 144. [Чинний від 2012-01-01].

13. ДБН А.2.2-3-2014 Склад та зміст проектної документації на будівництво.

14. ДБН А.2.2-1-2003. Склад та зміст матеріалів ОВНС при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. Зміна №1 до ДБН А.2.2-1-2003, затверджена наказом Міністерства регіонального розвитку та будівництва України № 524 від 20.11.2009 року.

15. ДСТУ-Н Б.Б.1.1-10:2010. “Настанова з виконання розділів “Охорона навколишнього природного середовища” у складі містобудівної документації. Склад і вимоги.”

16. ДБН А.2.2-1:2021 Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС). Київ : Мінрегіон України 2022.

Допоміжна

17. Айрапетян Т.С. Водне господарство промислових підприємств : навчальний посібник. Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Х. : ХНАМГ, 2010. 280 с.

18. Гіроль М., Охримюк Б., Собчук Г., Лагуд Г. Системи водовідведення : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2011. 444 с.

19. Ковальчук В. А. Очистка стічних вод : навчальний посібник. Рівне : ВАТ «Рівненська друкарня», 2003. 622 с.
URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/15447/>
20. Тугай А. М., Орлов В. О. Водопостачання : підручник. К. : Знання, 2009. 735 с.
21. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи «Схема раціонального використання води певного регіону України» з курсу «Раціональне використання води» за напрямом підготовки «Будівництво та архітектура» професійного спрямування «Водопостачання та водовідведення» денної форми навчання (шифр 01-04-44) / Квартенко О. М., Литвиненко Л. Л. Рівне : НУВГП, 2014. 30 с.
22. 03-06-116 Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Якісні показники природних та стічних вод» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» («Водопостачання та водовідведення») всіх форм навчання [Електронне видання] / Квартенко О. М. Рівне : НУВГП, 2020. 42 с. <http://ep3.nuwm.edu.ua/18374/>
23. 03-06-88 Методичні вказівки до практичних занять з навчальної дисципліни «Водовідведення (мережі)» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Водопостачання та водовідведення» денної та заочної форм навчання / Вижевська Т. В. Рівне : НУВГП, 2019. 39 с.
<https://ep3.nuwm.edu.ua/15181/>

Додаток 1

Вихідні дані по водо споживачам та джерелам заданого річкового басейну

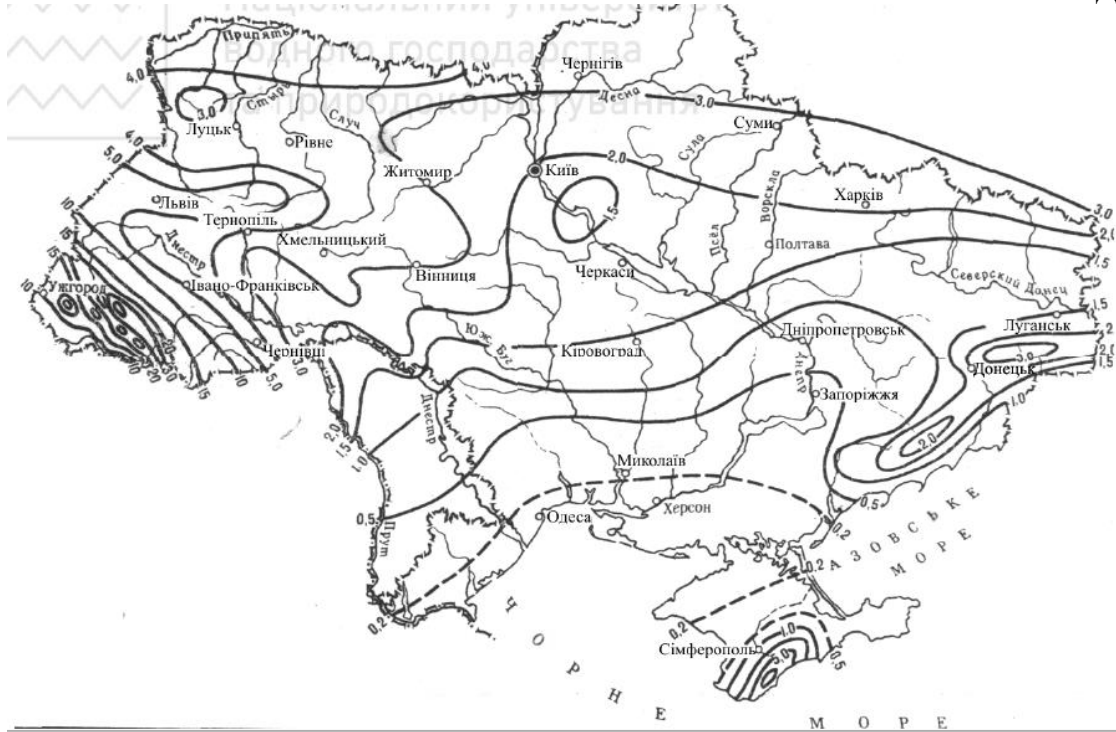
№ з/п	Населений пункт	Річка	Швидкість води, м/с	Глибина, м	Відстань до створа, м	Сф, мг/дм ³	Тип водовипуска	Місто	Сільське господарство	Енергетика
1	Чернівці	Прут	5,5	3,5	1250	15,0	Русл.	0,25	0,10	0,5
2	Сокаль	Західний Буг	1,7	3,5	1750	23,0	Русл.	0,3	0,07	0,4
3	Мукачєво	Латориця	2,7	3,0	1000	10,0	Русл.	0,85	0,15	0,7
4	Чернігів	Десна	2,5	6,5	2000	15	Берег	2,7	0,75	1,3
5	Київ	Дніпро	3,1	10	1500	17,5	Берег	2,89	0,85	1,5
6	Залєщики	Дністр	1,4	3,6	1350	35,0	Берег	0,87	0,5	0,5
7	Галич	Дністр	2,3	4,5	2150	23,0	Берег	1,74	0,75	0,8
8	Сарни	Стир	2,7	4,3	1700	9,5	Русл.	1,25	0,35	0,8
9	Суми	Сула	1,75	2,5	1250	8,5	Берег	0,52	0,50	0,5
10	Нікополь	Дніпро	1,85	8,5	1350	10,0	Русл.	0,67	0,15	0,3
11	Бережани	Золота липа	2,3	3,7	1500	12,5	Русл.	0,15	0,10	0,2
12	Харків	Сіверський Донець	1,57	5,0	1250	15,8	Русл.	0,25	0,15	0,5
13	Лубни	Сула	3,5	4,5	1500	17,6	Берег	1,25	0,7	0,4
14	Сарни	Случ	2,3	3,5	1700	23,0	Берег	0,5	0,10	0,3
15	Житомир	Тетерев	3,0	4,3	1250	15,7	Русл.	0,85	0,15	0,5
16	Мозир	Прип'ять	4,0	4,85	1850	17,6	Русл.	0,53	0,15	0,3
17	Полтава	Ворскла	2,7	5,85	1300	23	Русл.	2,7	0,5	0,7
18	Суми	Псел	2,8	4,5	1050	15,5	Русл.	1,85	0,15	0,8
19	Тернопіль	Серет	2,5	3,5	1500	10,5	Берег	1,25	0,35	0,7
20	Вінниця	Південний Буг	3,0	4,3	1700	15,0	Берег	0,15	0,05	0,3

Вихідні дані про промисловість заданого річкового басейну

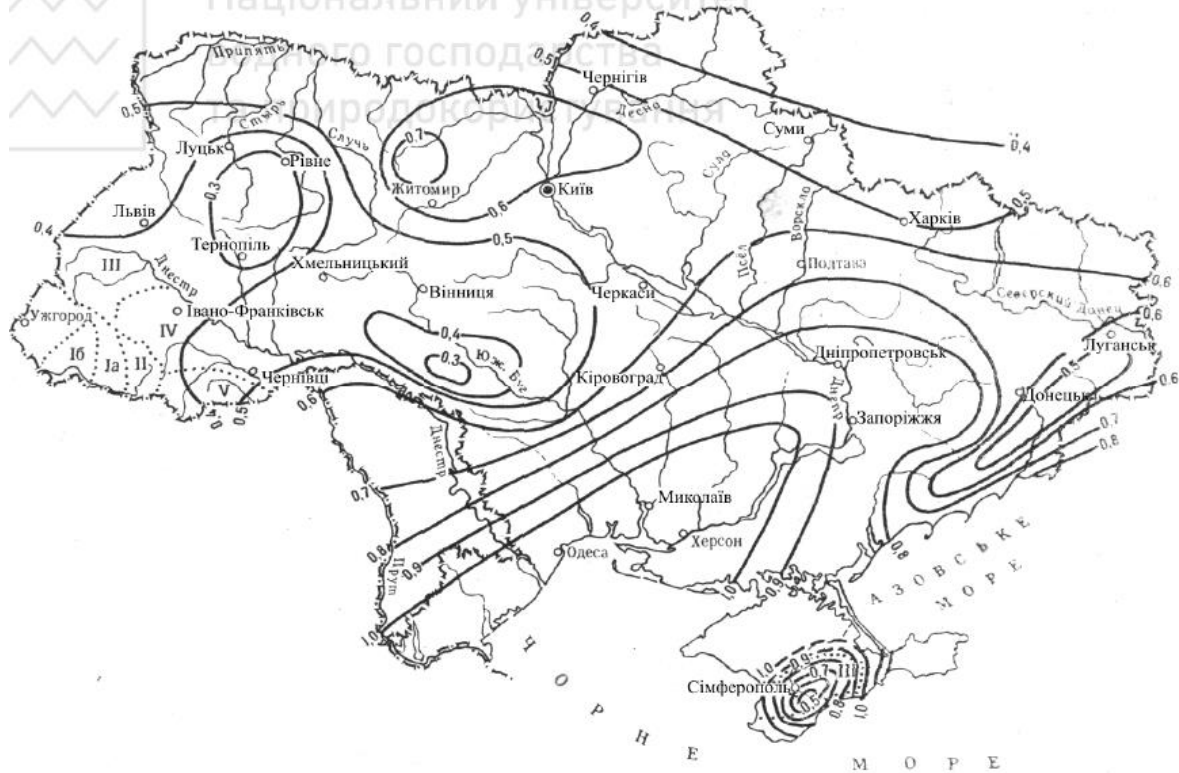
№ з/п	Нава підприємств	Витрати води на технічні потреби, м ³ /с									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Текстильна фабрика	0,3						0,1			
2	Картонно-рубероїдний завод			0,6					0,15	0,35	
3	Цементний завод	0,2			0,3						
4	Залізобетонний завод		0,7			1,3					
5	Маслозавод				0,5			0,5	0,3		
6	Лакофарбовий завод		0,5			0,4	0,2				
7	Крохмальний завод			0,1	0,3		0,5				
8	Цукровий завод									0,8	
9	Шкірзавод		0,3			0,7		0,3		0,2	
10	Молокозавод	0,2			0,1	0,3					
11	Рибоконсервний завод	0,3									1,0
12	Фарбувальна фабрика		0,15	0,10							0,2
13	Миловарний завод			0,8			0,50				0,3
14	Льонокомбінат						0,3		0,6		
15	Маргариновий завод							0,3	0,5		0,5

Показники якості води від підприємств (вхід/вихід)

Назва підприємства	ЗР, мг/л		БПК, повн.		Іони важ.мет., мг/л		Жири (нафтопр.)		P ₂ O ₅		Азот		ХПК		СІ	
	вх	вих	вх	вих	вх	вих	вх	вих	вх	вих	вх	вих	вх	вих	вх	вих
1. Льонокомбінат	25	300	15	324	0,1	0,5	0,3	0,3	9	12	1,5	5,5	80	500	49	49
2.Картонно-рубиріодна ф-ка	50	300	50	700	0,3	1,5	10	30	4,5	7	2,0	-	100	1100	550	75
3.Цементний з-д	25	3000	35	35	0,5	1,5	0,7	0,7	5,0	-	2,0	-	55	70	450	35
4. Залізобетонний	100	2500	30	15	1,0	0,7	0,5	30	5,0	-	3,5	-	55	55	500	27
5.Маслозавод	1,5	350	1,5	100	0,3	0,5	-	100	0,5	7	0,5	50	5,0	1200	350	15
6.Лакофарбовий з-д	10	5,0	3,5	50	1,5	25	-	5,0	3,6	5	2,5	15	10	1300	300	500
7. Крохмальний з-д	1,5	650	1,5	300	0,3	0,3	0,3	0,5	2,5	-	1,5	265	15	600	150	55
8. Цукровий з-д	1,5	1200	3,0	1300	0,3	0,5	0,3	0,5	1,5	-	1,0	17	5,0	3500	150	34
9. Шкірзавод	100	3000	10	700	1,5	100	50	200	2,0	30	5	55	100	3100	550	550
10. Молочний з-д	1,5	350	1,5	1000	0,15	0,1	-	75	1,0	8	0,5	50	10	1300	350	25
11. Рибоконсервний	5,0	1100	3,0	550	0,5	0,1	0,15	0,15	3,0	9	2,0	30	5,0	1080	350	30
12. Красильна ф-ка волокон	150	290	250	450	2,5	3,0	5	5	1,5	-	20	20	700	1250	40	400
13.Хліб завод	1,5	100	1,5	400	0,1	0,3	-	0,5	1,5	5	0,5	40	3,0	550	350	15
14. Плодоовочевий	1,5	450	1,5	750	0,1	0,1	0,1	0,1	3,0	0,1	1,5	20	5,0	1100	300	10
15. Миловарений	45	150	15	250	0,5	0,3	30	50	5,0	10	1,5	15	45	1155	150	750



Середній багаторічний річний стік річок, л/с/км²



Коефіцієнти варіації річного стоку річок

Коефіцієнт K_p для значень C_v [2, с. 20]

P, %	Коефіцієнт k_p для значень C_v							
	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1	1,1	1,2
	$C_3=1,5C_v$							
5	1,17	1,52	1,9	2,3	2,76	3,02	3,91	3,6
50	0,998	0,963	0,954	0,891	0,76	0,665	0,59	0,4
75	0,93	0,785	0,621	0,421	0,46	0,152	0,094	0,0
95	0,831	0,52	0,253	0,082	0,016	0,006	0,002	0,0
	$C_3=2C_v$							
5	1,17	1,54	1,94	2,36	2,78	3,0	3,21	3,4
50	0,997	0,97	0,918	0,846	0,746	0,693	0,64	0,5
75	0,931	0,784	0,634	0,489	0,352	0,238	0,241	0,1
95	0,842	0,565	0,342	0,181	0,082	0,051	0,03	0

Типовий розподіл витрат незворотнього водоспоживання в різних галузях народного господарства по місяцях року, %

Місяці року	Промисловість	Комунальне господарство	Зрошення	Гідроенергетика	Теплоенергетика	Водний транспорт	Охорона здоров'я і водний спорт	Рибне господарство	Санітарно-Економічний мінімум
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	8.33	5.9		8.3	6.6		7.5	7.0	8.33
II	8.33	5.9		8.3	6.6		7.5	7.0	8.33
III	8.33	5.9		8.4	8.9		7.5	7.0	8.33
IV	8.33	10.8		10.0	8.9	14.3	7.5	12.5	8.33
V	8.34	10.8	12	10.0	8.9	14.3	7.5	7.0	8.34
VI	8.34	10.8	20	10.0	8.9	14.3	10.0	15.0	8.34
VII	8.34	10.8	32	6.7	8.9	14.3	10.0	5.7	8.34
VIII	8.34	10.8	24	6.7	8.9	14.3	10.0	5.8	8.34
IX	8.33	10.8	12	6.7	8.9	14.3	10.0	12.0	8.33
X	8.33	5.9		8.3	8.9	14.2	7.5	7.0	8.33
XI	8.33	5.8		8.3	8.9		7.5	7.0	8.33
XII	8.33	5.8		8.3	6.7		7.5	7.0	8.33
	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Розрахунок водогосподарського балансу для частини річкового басейну

Місяці		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	XI	X	XI	XII
Q ₅													
W ₅													
Q ₅₀													
W ₅₀													
Q ₉₅													
W ₉₅													
Слічні води	Виробн.												
	місто												
	Енергет.												
Незворот. води	Виробн.												
	місто												
	Енергет.												
Саніт.витрат													
Сумарна витр.													
Об'єм W, м ³ /с													
W _{5%} - W													
W _{50%} - W													
W _{95%} - W													

Структура водоспоживання в основних галузях народного господарства

№ з/п	Назва галузі	Незворотні втрати води, $B_{нз}^{\%}$, % від $Q_{в-р}$	Кількість стічних вод $B_{св}^{\%}$, % від $Q_{в-р}$
1	2	3	4
1	Видобувна промисловість, в т.ч.: - нафтова (газова) - рудна - вугільна - нафто і газова переробка	95 (80) 70 48 61	5(20) 30 52 39
2	Чорна металургія, в т.ч.: - чавун -сталь	99 98	1 2
3	Кольорова металургія, в.т.ч.: - мідь - нікель - свинець - алюміній - цинк	21 26 14 60 13	79 74 86 40 87
4	Хімічна промисловість, в т.ч. - міндобрива - синтетичне волокно - кислоти	17 43 39	83 57 61
5	Машинобудування, в т.ч.: - транспортне - електронне - станкобудування	33 15 24,5	67 85 75,5
6	Лісова і целюлозно-паперова, в т.ч. - паперова - картонна	3,5 6 10	96,5 94 90

	- меблева		
7	Будівельна індустрія, в т.ч.:		
	- цемент	98	2
	- цегла	60	40
	- скло	77	23
	- з/б елементи	47	53
8	Легка промисловість, в т.ч.:		
	- льонокомбінати	9	91
	- бавовняна	36	64
	- вовняна	22	78
	- шовкова	10	90
	- взуттєва	17	83

1	2	3	4
9	Харчова, в т.ч.:		
	- м'ясна	16	84
	- молочна	20	80
	- хлібопекарна	50	50
	- цукрова	32	68
	- консервна	5	95
10	Сільське господарство, в т.ч. зрошення	88	
11	Комунальне господарство, в .т.ч.:	5,5	94,5
	- міське	18,0	82
	- сільське		
12	Енергетика, в т.ч.:		
	- гідро	2,0	
	- тепла	4,0	96
	- атомна	2,5	97,5
13	Рибне господарство	40	

Деякі загальні вимоги до складу і властивостей води водних об'єктів господарсько-питного, комунально-побутового та рибогосподарського водокористування [5]

Показники	Водокористування			
	Господарське-питне	Комунальне-побутове	Рибогосподарське категорії	
			вищої 1	2
Завислі речовини	Допускається приріст до фону не більше ніж на			
	0,25 мг/дм ³	0,75 мг/дм ³	0,25 мг/дм ³	0,75 мг/дм ³
Плаваючі домішки	Не допускається плівки нафтопродуктів, мастил, жирів та ін. плаваючих домішок			
Запахи, присмаки	Допускаються запахи і присмаки не більше 2 балів		Сторонні запахи і присмаки не допускаються	
рН	Водневий показник рН в межах 6,5-8,5			
Мінеральний склад води	Сухий залишок не більше 1000 мг/дм ³ , в тому числі хлоридів до 350 мг/дм ³ , сульфатів до 500 мг/дм ³		Не нормується	
Розчинний кисень	Не повинен бути меншим 4 мг/дм ³		Не меншим 6 мг/дм ³	Взимку під льодом 4 мг/дм ³ , влітку – не менше 6 мг/дм ³
БПК повн	3,0 мг/дм ³	6,0 мг/дм ³	3,0 мг/дм ³	

Додаток 11

Гранично допустимі концентрації нормованих речовин у воді водних об'єктів господарсько-питного та комунально-побутового водокористування, $мг/дм^3$ [5]

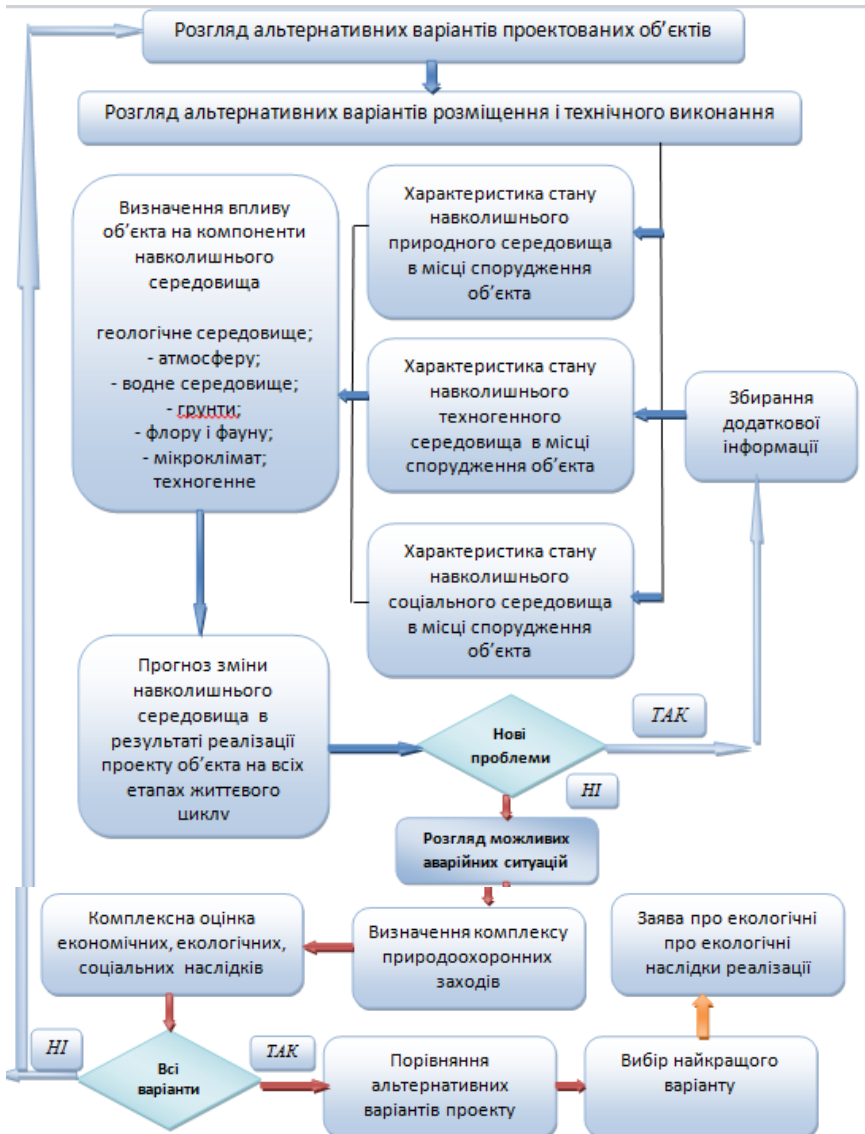
Показник	Значення	Клас небезпечності	Показник	Значення	Клас небезпечності
Алюміній	0,5	2	СПАР аніони	0,5	4
Аміак(по азоту)	2,0	3	Сульфати	500	4
Залізо	0.3	3	Фенол	0,0001	34
Марганець	0,1	3	Формальдегід	0,05	2
Мідь	1,0	3	Фтор	0,7-1,5	2
Нафта	0,1	4	Хлориди	350	4
Нітрати По азоту	10,15	3	Хром	0,5	3
Нітрити	1,0	2	цинк	1,0	3

Додаток 12

Гранично допустимі концентрації нормованих речовин у воді рибогосподарських водних об'єктів, $мг/дм^3$ [5]

Показник	Значення	Клас небезпечності	Показник	Значення	Клас небезпечності
Алюміній	0,04	2	СПАР аніони		4
Аміак (за азотом)	0,39	3	Сульфати	100	4
Залізо	0,1	3	Фенол	0,001	34
Манган	0,01	3	Формальдегід	0,1	2
Мідь	0,0001	3	Фтор	0,05	2
Нафта	0,05	4	Хлориди	300	4
Нітрати за азотом	9,1	3	Хром	0,001	3

Алгоритм проведення ОВНС об'єкта на проектній стадії



Інвестиційний процес будівництва

№ етапу	Зміст етапу будівництва	Зміст етапу ОВНС
Передінвестиційні дослідження		
1	Підготовка вихідних даних щодо об'єкта, наміченого до будівництва; визначення виробничої програми, потреб у сировині, енергоресурсах і кадрах	Попередня оцінка впливу об'єкта на навколишнє середовище
2	Розміщення об'єкта проектування (розробка варіантів розміщення об'єкта з урахуванням екологічного стану та інженерної підготовки території)	Складання Заяви про наміри
3	Складання й узгодження завдання на розробку ТЕО (ТЕР)	Складання завдання на розробку матеріалів ОВНС у складі завдання на розробку ТЕО (ТЕР)
4	Розробка ТЕО (ТЕР) в обсязі, встановленому нормативними документами. Вибір майданчика (траси) будівництва	Розробка матеріалів ОВНС у складі ТЕО (ТЕР). Складання заяви про екологічні наслідки діяльності
5	Узгодження і затвердження ТЕО (ТЕР)	Екологічна експертиза матеріалів ОВНС. Передача Заяви про екологічні наслідки діяльності
Проектування		
	Складання й узгодження завдання на розробку проекту (робочого проекту)	Уточнення завдання на розробку матеріалів ОВНС у складі завдання на розробку проекту (робочого проекту) у разі зміни рішень, прийнятих у ТЕО (ТЕР), або містобудівної ситуації
7	Розробка проекту (робочого проекту) в обсязі, встановленому нормативними документами	Уточнення ОВНС відповідно до завдання із змінами
8	Узгодження й затвердження проекту (робочого проекту)	Екологічна експертиза уточнених матеріалів ОВНС
Будівництво		
9	Розробка робочої документації	Уточнення матеріалів ОВНС у разі змін технології виробництва і виконання будівельно-монтажних робіт, що погіршують стан навколишнього середовища
10	Будівництво об'єкта	Реалізація заходів, передбачених у матеріалах ОВНС
Експлуатація		
11	Освоєння проектної потужності	Оцінка ефективності природоохоронних і захисних заходів, передбачених у матеріалах ОВНС. Уточнення, за необхідності, матеріалів ОВНС