МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з навчальної дисципліни
«Гідроекологічні основи водного господарства,
раціональне використання та охорона водних ресурсів»
для студентів денної та заочної форми навчання

спеціальності 101 «Екологія»

Затверджено
на засіданні групи забезпечення спеціальності
Протокол № 8 від «27» 05 2021р.
Голова групи _____ Чугай А.В.

Затверджено
на засіданні кафедри гідроекології
і водних досліджень
Протокол № 10 від «13» травня 2021р.
Завідувач кафедри _____ Лобода Н.С.

Одеса 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з навчальної дисципліни
«Гідроекологічні основи водного господарства,
раціональне використання та охорона водних ресурсів»
для студентів денної та заочної форми навчання

спеціальності 101 «Екологія»

Затверджено
на засіданні групи
забезпечення спеціальності
Протокол № 8
від «27» 05 2021р.

Одеса – 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з навчальної дисципліни
«Гідроекологічні основи водного господарства,
раціональне використання та охорона водних ресурсів»
для студентів денної та заочної форми навчання

спеціальності 101 «Екологія»

Затверджено
на засіданні групи забезпечення спеціальності
Протокол № _8_від «_27_» _05__2021р.
Голова групи _____ Чугай А.В.

Затверджено
на засіданні кафедри гідроекології
і водних досліджень
Протокол № 10 від «13» травня 2021р.
Завідувач кафедри _____ Лобода Н.С.

Одеса 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних занять з навчальної дисципліни
«Гідроекологічні основи водного господарства,
раціональне використання та охорона водних ресурсів»
для студентів денної та заочної форми навчання

спеціальності 101 «Екологія»

Затверджено
на засіданні групи
забезпечення спеціальності
Протокол № _8_
від «27» 05.2021р.

Одеса – 2021

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Гідроекологічні основи водного господарства, раціональне використання та охорона водних ресурсів» за спеціальністю 101 «Екологія», освітня програма «Гідроекологія» / ст.викл., к.геогр.н. Катинська І.В., проф., д.геогр.н. Лобода Н.С., Одеса, ОДЕКУ, 2021. – 88 с.

Методичні вказівки призначені для магістрів І року навчання за спеціальністю 101 «Екологія», освітня програма «Гідроекологія».

ЗМІСТ

ВСТУП 7
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1 «ІНТЕГРАЛЬНІ ПОКАЗНИКИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВОДИ» 9
ПРАКТИЧНА РОБОТА №2 «ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ САМООЧИЩЕННЯ» 21
ПРАКТИЧНА РОБОТА №3 «ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД» 26
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4 «ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ ВОДИ НА ГОСПОДАРСЬКО-ПИТНІ ТА КОМУНАЛЬНІ ПОТРЕБИ МІСЬКОГО НАСЕЛЕННЯ» 31
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5 «ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ ВОДИ ДЛЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ» 45
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6 «ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ СТІЧНИХ ВОД ВІД НАСЕЛЕННЯ МІСТА» 55
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7 «ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ СТІЧНИХ ВОД ВІД ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ» 61
ПРАКТИЧНА РОБОТА №8 «РОЗРАХУНОК РОЗМІРІВ ЗБИТКІВ, ЗАПОДІЯНИХ ВНАСЛІДОК ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ОБ’ЄКТІВ СТІЧНИМИ ВОДАМИ» 68
ПРАКТИЧНА РОБОТА №9 «РОЗРАХУНОК РОЗМІРІВ ЗБИТКІВ, ЗАПОДІЯНИХ ВНАСЛІДОК ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ОБ’ЄКТІВ СИРОВИНОЮ ТА СМІТТЯМ» 74
ПРАКТИЧНА РОБОТА №10 «ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРИ ВОДОГОСПОДАРСЬКИХ ОБ’ЄКТІВ І СИСТЕМ» 79
ПРАКТИЧНА РОБОТА №11 «ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КАПІТАЛЬНИХ ВКЛАДЕНЬ» 85
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА 90

ВСТУП

Актуальність проведення практичних занять з дисципліни «Гідроекологічні основи водного господарства, раціональне використання та охорона водних ресурсів» обумовлена необхідністю навчитися застосовувати сучасні методи при проектуванні та експлуатації водогосподарських споруд з дотриманням правил та норм їх використання, на основі аналізу негативних явищ, які виникли в процесі експлуатації різних систем водопостачання та водовідведення, а при плануванні раціонального використання та збереження водних ресурсів.

Метою дисципліни «Гідроекологічні основи водного господарства, раціональне використання та охорона водних ресурсів» є забезпечення студентів об'ємом теоретичних знань і практичних навичок, необхідних при проектуванні та експлуатації водогосподарських споруд, цілісного уявлення про низку негативних явищ, які необхідно передбачити і виключити з систем водопостачання та водовідведення, при вирішенні питань оцінки ресурсів питної або технічної води для потреб населення, промислових підприємств і сільського господарства, які виконуються в наукових та виробничих підрозділах, здійснюючих водоохоронні заходи та вирішуючих проблеми охорони та збереження водних ресурсів.

Після виконання практичних завдань з дисципліни «Гідроекологічні основи водного господарства, раціональне використання та охорона водних ресурсів» студенти повинні отримати базові знання:

- види господарської діяльності на річках та водоймах;
- загальні питання водопостачання та водовідведення для промислового, питного, комунально-побутового господарств;
- сутність процесів розведення та самоочищення стічних вод;
- основні потреби в кількості та якості води для різних галузей водного господарства;
- основні напрямки раціонального використання водних ресурсів;
- державні вимоги щодо кількісних і якісних характеристик при вирішенні питань водокористування і водозабезпеченості, а також при розгляді питань охорони та відтворення водних ресурсів.

Після вивчення дисципліни «Гідроекологічні основи водного господарства, раціональне використання та охорона водних ресурсів» студенти повинні студенти повинні отримати базові вміння:

- виконувати розрахунки витрат води для потреб водопостачання, витрат стічних вод від систем водовідведення;
- визначати наявність забруднювальних речовин у воді водойм різного цільового призначення та придатність вод водойм для різних видів господарської діяльності;
- визначати розмір і межі водоохоронних зон.

При виконанні практичних завдань з дисципліни «Гідроекологічні основи водного господарства, раціональне використання та охорона водних ресурсів» студент повинен виконати наступні роботи: 1) Інтегральні показники оцінки якості води. 2) Визначення показників самоочищення. 3) Визначення ефективності очищення стічних вод. 4) Визначення розрахункових витрат води на господарсько-питні та комунальні потреби міського населення. 5) Визначення розрахункових витрат води для промислових підприємств. 6) Визначення розрахункових витрат стічних вод від населення міста. 7) Визначення розрахункових витрат стічних вод від промислових підприємств. 8) Розрахунок розмірів збитків, заподіяних внаслідок забруднення водних об’єктів стічними водами. 9) Розрахунок розмірів збитків, заподіяних внаслідок забруднення водних об’єктів сировиною та сміттям. 10) Визначення структури водогосподарських об’єктів і систем. 11) Визначення загальної економічної ефективності капітальних вкладень.

Контроль поточних знань виконується на базі модульної системи контролю відповідно до силлабусу дисципліни. В якості форми поточного контролю використовується усне опитування при захисті виконаних практичних робіт, або відповіді на контрольні питання у системі MOODLE. Практичні роботи оцінюються в **5 балів**. Максимальна кількість балів за практичну частину курсу становить **55 балів**, з них на перший практичний модуль припадає *35 балів*, на другий практичний модуль – *20 балів*.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1
«ІНТЕГРАЛЬНІ ПОКАЗНИКИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВОДИ»

Мета роботи. Розрахунок інтегральних показників оцінки якості води та визначення довжини та площі зони забруднення.

Теоретична частина

1.1 Інтегральні показники оцінки якості вод. При оцінюванні якості води у водоймах питного, промислового, сільськогосподарського або рибогосподарського водокористування виконуються порівняння хімічного складу води з відповідними показниками та нормативами. Як правило, при цьому використовуються одиничні дані хімічного аналізу проб води. Це не дозволяє узагальнити дані спостережень у створі або водоймі в цілому та простежити зміну якості води річок або водойм в часі. Таким чином, для характеристики зміни якості води при зміні гідрологічної ситуації, були розроблені інтегральні показники оцінки якості вод і забрудненості водних об'єктів.

Абсолютний показник загального навантаження. Загальне навантаження потоку консервативними речовинами або сумою речовин виражається середньою концентрацією $C_{сер}$ цих речовин (1.1). Для створів, які розташовані між місцем скиду стічних вод і створом повного перемішування, величина $C_{сер}$ лише умовно характеризує середню концентрацію. У створі повного перемішування середня концентрація $C_{сер}$ виражає дійсне значення концентрації забруднюючого елемента.

Якщо у воді річки концентрація забруднювальної речовини $C_p = 0$, то

$$C_n = \frac{Q_{ст} \cdot C_{ст}}{Q_p + Q_{ст}}, \qquad (1.1)$$

де $C_{сер}$ – середня концентрація забруднювальної речовини в потоці, мг/дм^3;

Q_p – витрата води в річці, м^3/с;

$Q_{ст}$ – витрата стічних вод, м^3/с;

$C_{ст}$ – концентрація забруднювальної речовини в стічних водах, мг/дм^3.

Показник $C_{сер}$ дозволяє визначити навантаження потоку забруднювальними речовинами протягом будь-якого заданого періоду часу.

Оцінку мінливості показника $C_{сер}$ в часі можна представити як функцію забезпеченості добових витрат води річки багаторічного ряду спостережень. Якщо $Q_{ст}$=const і $C_{ст}$=const, то забезпеченість середньої концентрації

$$P_{C_{сер}} = (100 - P_Q)\,, \tag{1.2}$$

де $P_{C_{сер}}$ – забезпеченість середньої концентрації, %;

P_Q – забезпеченість добових витрат води, %.

Показник перевищення та неперевищення забрудненості відносно норми. Показник перевищення забрудненості над нормою виражається забезпеченістю $P_{заб}$ % стоку забрудненої води в конкретному створі даної річки. Забезпеченість підраховується за кількістю днів, що відповідають проходженню через створ забрудненого стоку. Для визначення $P_{заб}$ будується крива забезпеченості $C_{сер}$ і проводиться пряма, що відповідає ГДК для даної забруднювальної речовини. Точка на місці перетину кривої $C_{сер} = f(P)$ і прямої ГДК є забезпеченість $P_{заб}$ перевищення середньої концентрації речовини над нормованою. Кількість днів, коли вода в річці буде забрудненою, визначається за формулою

$$P_{заб.дн} = \frac{P_{заб} \cdot T_{рік}}{100}, \tag{1.3}$$

де $P_{заб.дн}$ – кількість днів, коли вода в річці буде забрудненою, днів;

$P_{заб}$ – забезпеченість стоку забрудненої води, %;

$T_{рік}$ – тривалість року, днів.

Також, для визначення забезпеченості «чистого» стоку використовують показник неперевищення забрудненості щодо норми $P_{чист}$

$$P_{чист} = (100 - P_{заб}), \tag{1.4}$$

де $P_{чист}$ – забезпеченість стоку чистої води, %.

Показник відносного і гранично допустимого навантаження потоку забруднювальною речовиною. Показник відносного навантаження потоку конкретною забруднювальною речовиною знаходиться в результаті порівняння розрахункового значення $C_{сер}$ з гранично допустимою концентрацією даної речовини. При цьому можливі два випадки: $C_{сер} \geq C_{ГДК}$ – вода брудна та $C_{сер} \leq C_{ГДК}$ – вода чиста.

Показник відносного навантаження розраховується за формулою

$$\varphi' = \left(\frac{C_{ст}}{C_{ГДК}} - 1 \right) \cdot \frac{Q_{ст}}{Q_p}. \tag{1.5}$$

при φ'>1 – вода брудна;
при φ'<1 – вода чиста;
при φ'=1 – вода відповідає граничним умовам навантаження водойми забруднювальною речовиною ($\varphi'_{гран}$).

1.2 Розрахунок параметрів зон забруднення методом номограм. Параметри зон забруднення за заданою кратністю розведення визначаються за методом номограм. В якості розмірів зон забруднення використовуються відносні довжина ($\lambda_{B,заб}$) і площа ($\eta_{заб}$) зони забруднення. Абсолютні величини довжини зон забруднення ($L_{заб}$) і площі зон забруднення ($\Omega_{заб}$) розраховуються за наступними виразами

$$L_{заб} = \lambda_{B,заб} \cdot B, \tag{1.6}$$

$$\Omega_{заб} = \eta_{заб} \cdot \Omega_{заг}. \tag{1.7}$$

Оскільки зона забруднення (її довжина $L_{заб}$ і площа $\Omega_{заб}$) обмежується лінією, де концентрація забруднювальної речовини дорівнює ГДК, а для різних

речовин це значення досягається при різній кратності розведення (n), то може виникнути необхідність визначення цих параметрів ($L_{заб}$, $\Omega_{заг}$) практично при будь-яких значеннях кратності розведення. У роботах Державного гідрологічного інституту побудовані залежності $\eta_{заб} = f(Q_{ст}/Q_p)$ за шістьма значеннями кратності розведення (рис. 1.1).

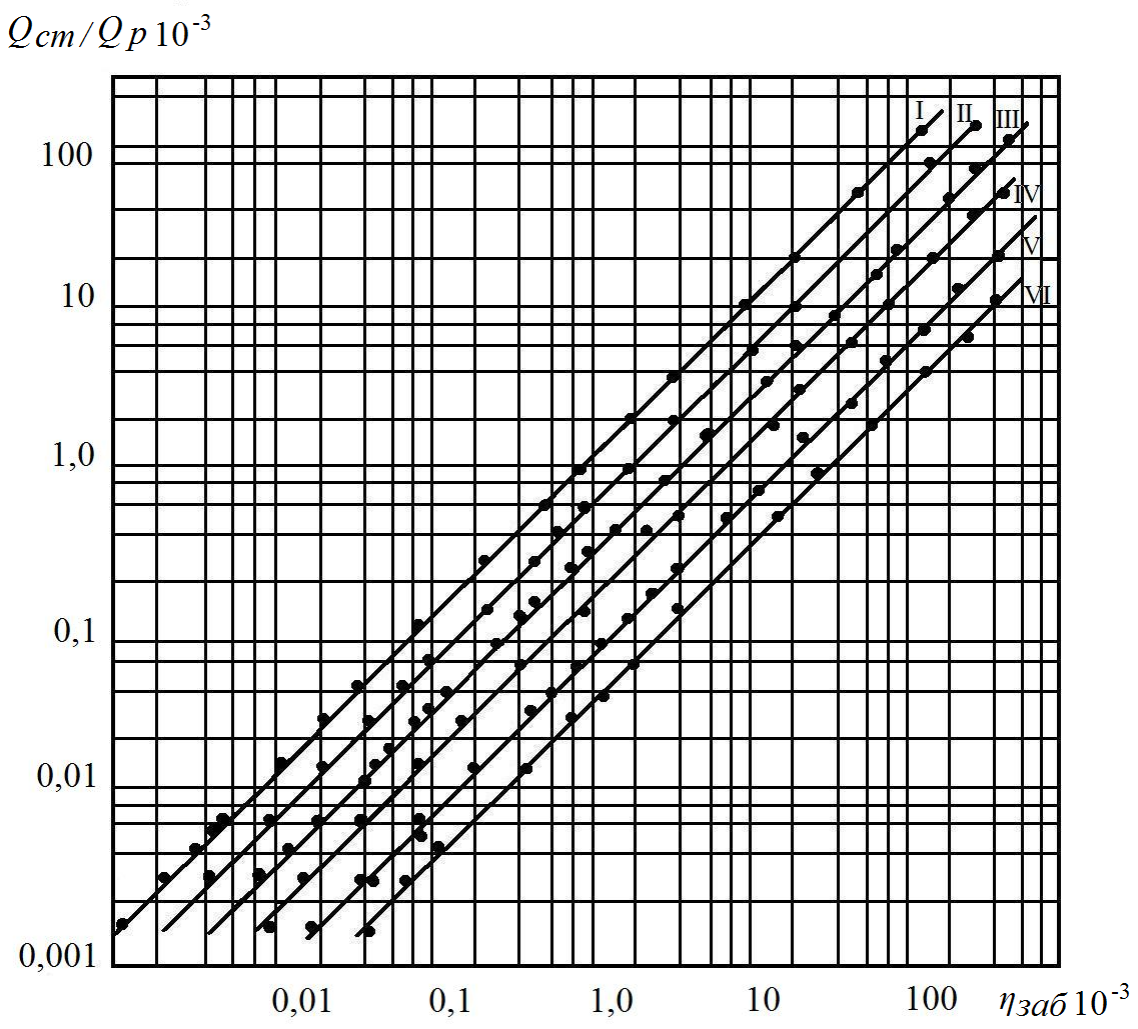

Рис. 1.1. Залежність $Q_{ст}/Q_p$ від $\eta_{заб}$

Умовні позначення: I – двократне розведення; II – п'ятикратне розведення; III – 10-кратне розведення; IV – 20-кратне розведення; V – 40-кратне розведення; VI – 90-кратне розведення

Графіки зв'язку $\lambda_{B,заб} = f(\eta_{заб})$ для річок різних типів наведені на рис. 1.2.

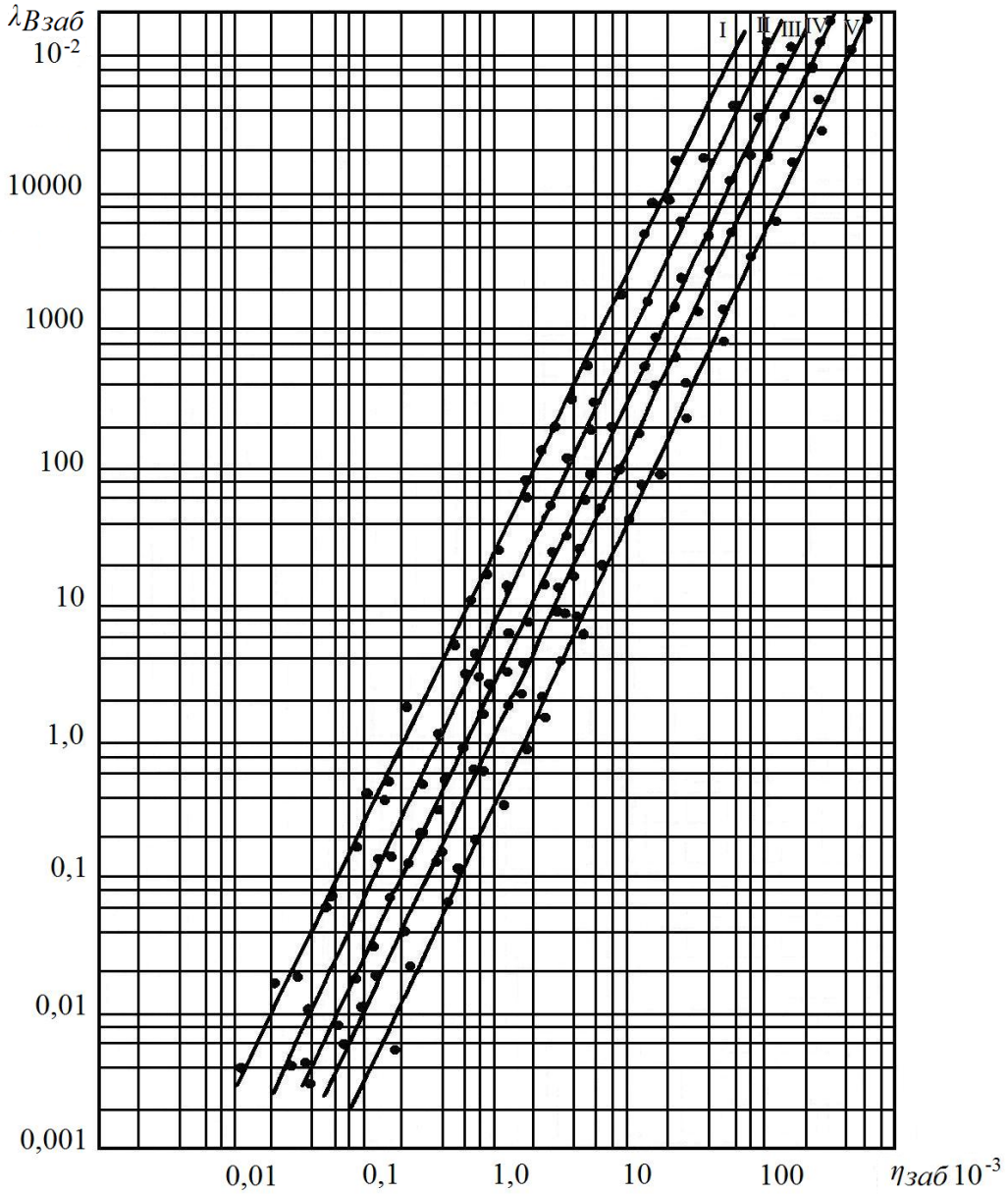

Рис. 1.2 Графік зв'язку $\lambda_{B,заб} = f(\eta_{заб})$

Умовні позначення: I – великі рівнинні річки; II – середні гірські річки; III – середні рівнинні і передгірські річки; IV – малі рівнинні річки; V – малі гірські річки

Номограми (рис. 1.1 і 1.2), рекомендуються для визначення розмірів зон забруднення (їх довжин $L_{заб}$ і площ $\Omega_{заб}$) при будь-яких співвідношеннях витрат стічних і річкових вод та заданої кратності розведення.

Практична частина

Вихідні дані:

Таблиця 1.1 – Вихідні дані для побудови кривих забезпеченості середньої концентрації забруднювальних речовин

№ варіанта	Річка – пункт	Забезпеченість витрат води P, %					
		8	20	50	75	90	95
1	р. Айдар – с. Княжино	2,76	2,61	2,47	1,21	0,89	0,45
2	р. Красна – с. Миловатка	2,62	2,56	2,25	1,11	0,96	0,57
3	р. Дуваночка – с. Яблунівка	4,32	3,73	3,01	2,50	1,05	0,74
4	р. Жеребець – с. Ковалівка	3,72	3,53	3,01	2,02	1,06	0,65
5	р. Зубра – с. Димівка	2,40	1,50	1,00	0,70	0,50	0,30

Таблиця 1.2 – Вихідні дані для розрахунків гідрологічних показників забрудненості водного потоку

№ варіанта	Норма стоку Q_0, м^3/с	Концентрація забруднювальної речовини в стічних водах $C_{ст}$, мг/дм^3	$C_{ГДК}$, мг/дм^3
1	3,44	50	10
2	3,91	200	40
3	2,23	123	10
4	2,16	35	5
5	3,87	180	30

Таблиця 1.3 – Величини витрат води заданої забезпеченості P, %

P, %	20	50	75	90	95
$Q_р$, м^3/с	25,7	19,3	14,4	10,6	9,1
B, м	128	103	84	70	68

Таблиця 1.4 – Вихідні дані для розрахунків кратності розведення

№ варіанта	ГДК$_{умов}$, мг/дм^3	Концентрація забруднювальної речовини в стічних водах $C_{ст}$, мг/дм^3	Кратність розведення	Тип річки
1	0,5	25	2-кратне	малі гірські річки
2	0,025	5	40-кратне	великі рівнинні річки
3	0,15	55	40-кратне	середні рівнинні і передгірські річки
4	0,55	60	2-кратне	середні гірські річки
5	0,055	75	5-кратне	малі гірські річки

Варіанти обираються відповідно до списку групи у алфавітному порядку.

Хід роботи:

Використовуючи вихідні дані свого варіанта:

1. Розрахувати величину абсолютного показника загального навантаження $C_{сер}$ за формулою (1.1) при заданих забезпечених витратах води в річці (за умови, що $Q_{ст}$=const= $0{,}1 \cdot Q_0$ і концентрація речовини у воді річки $C_р$ =0).

2. Розрахувати значення забезпеченості середньої концентрації $P_{C_{сер}}$ за формулою (1.2)

3. Побудувати криву забезпеченості середньої концентрації забруднювальних речовин $C_{сер} = f(P_{Cccc})$, використовуючи розраховані величини абсолютного показника загального навантаження $C_{сер}$ і значення забезпеченості середньої концентрації $P_{C_{сер}}$.

4. Визначити показник перевищення забрудненості над нормою $P_{заб}$ та $P_{заб.дн}$ за формулою (1.3).

5. Визначити показник неперевищення забрудненості щодо норми $P_{чист}$ за формулою (1.4).

6. Обчислити показник відносного навантаження потоку забруднювальною речовиною φ' при розрахунковій витраті 95%-ої забезпеченості за формулою (1.5).

7. Визначити довжину зони забруднення ($L_{заб}$) за формулою (1.6) та площу забруднення ($\Omega_{заб}$) – за формулою (1.7) при кожному з п’яти розрахункових значень витрат води в річці (табл.1.3), використовуючи вихідні дані свого варіанта (табл. 1.4) за умови, що здійснюється постійний скид стічних вод з витратою $Q_{ст}$=0,1 м^3/с.

8. Роботу оформити відповідно до прикладу.

9. Відповісти на контрольні питання.

Приклад розрахунку

Вихідні дані

Таблиця 1 – Вихідні дані для побудови кривих забезпеченості середньої концентрації забруднювальних речовин

Варіант №	Річка – пункт	Забезпеченість витрат води *P,%*					
		8	20	50	75	90	95
X	р. Красна – с. Сватово	3,60	3,50	3,25	2,11	1,96	1,57

Таблиця 2 – Вихідні дані для розрахунків показників забрудненості водного потоку

Варіант №	Норма стоку, $м^3/с$	Концентрація ЗР в стічних водах, $мг/дм^3$	$С_{ГДК}$, $мг/дм^3$
Х	2,31	100	10

Таблиця 3 – Величини витрат води заданої забезпеченості Р, %

Р,%	20	50	75	90	95
$Q_р$, $м^3/с$	25,7	19,3	14,4	10,6	9,1
В, м	128	103	84	70	68

Таблиця 4 – Вихідні дані для розрахунків кратності розведення

Варіант №	$ГДК_{умов}$ $мг/дм^3$	Концентрація ЗР в стічних водах, $мг/дм^3$	Кратність розведення	Тип річки
Х	0,1	15	10-кратне	Середні рівнинні і передгірські річки

1. За формулою (1.1) розраховуємо величину абсолютного показника загального навантаження $C_{сер}$ при заданих забезпечених витратах води в річці та за умовою, що $Q_{ст}$=const= $0{,}1 \cdot Q_0$.

$$Q_{ст} = 2{,}31*0{,}1=0{,}231$$

$$C_{сер8} = \frac{0{,}231*100}{3{,}6+0{,}231} = 6{,}03 мг/дм^3 \qquad C_{сер20} = \frac{0{,}231*100}{3{,}5+0{,}231} = 6{,}19 мг/дм^3$$

$$C_{сер50} = \frac{0,231*100}{3,25+0,231} = 6,64 мг/дм^3$$

$$C_{сер90} = \frac{0,231*100}{1,96+0,231} = 10,54 мг/дм^3$$

$$C_{сер75} = \frac{0,231*100}{2,11+0,231} = 9,87 мг/дм^3$$

$$C_{сер95} = \frac{0,231*100}{1,57+0,231} = 12,83 мг/дм^3$$

2. За (1.2) розраховуємо значення забезпеченості середньої концентрації $P_{C_{сер}}$

$P_{Ccep\ 8}$ = 100 – 3,6= 96,4

$P_{Ccep\ 20}$ = 100 – 3,5=96,5

$P_{Ccep\ 50}$ = 100 – 3,25=96,75

$P_{Ccep\ 75}$ = 100 – 2,11=97,89

$P_{Ccep\ 90}$ = 100 – 1,96=98,04

$P_{Ccep\ 95}$ = 100 – 1,57 =98,45

3.

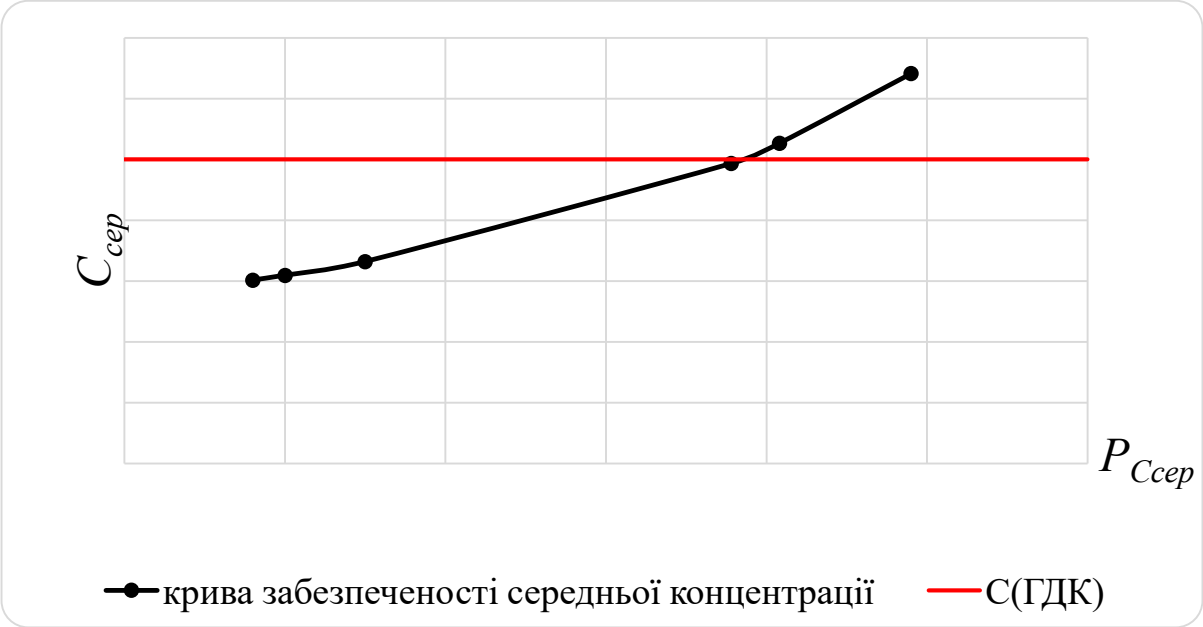

Рис. 1. Крива забезпеченості середньої концентрації забруднювальних речовин

4. За (1.3) визначаємо показник перевищення забрудненості над нормою $P_{заб}$ та $P_{заб.дн}$.

За рис.1 $P_{заб}$=97,9

$$P_{заб.дн} = \frac{97,8 * 366}{100} = 358 днів$$

5. За (1.4) визначаємо показник неперевищення забрудненості щодо норми $P_{чист}$.

$$P_{чист} = (100 - P_{заб})=100 - 97,9=2\%$$

6. За (1.5) обчислюємо показник відносного навантаження потоку забруднювальною речовиною φ' при розрахунковій витраті 95%-ої забезпеченості

$$\varphi' = \left(\frac{100}{10} - 1\right) * \frac{0,231}{1,57} = 1,3$$

Оскільки, φ'>1, то можна зробити висновок, що вода брудна.

7. За (1.6) та (1.7) визначаємо довжину зони забруднення ($L_{заб}$) та площу забруднення ($\Omega_{заб}$) при кожному з п'яти розрахункових значень витрат води в річці за умови, що здійснюється постійний скид стічних вод з витратою $Q_{ст}$ =0,1 м^3/с,

$\lambda_{B,заб}$= 4 (за рис. 1.1)

$$L_{заб20} = 4*128 = 512м \qquad L_{заб90} = 4*70 = 280м$$
$$L_{заб50} = 4*103 = 412м \qquad L_{заб95} = 4*68 = 72м$$
$$L_{заб75} = 4*84 = 336м$$

Загальна площа р. Красна – с. Сватово – 2710 км^2
(https://ru.wikipedia.org/wiki/Красная_(приток_Северского_Донца))

$\eta_{заб}$= 0,4 (за рис. 1.2)

$$\Omega_{заб} = 0{,}4*2710=1084 \text{ км}^2$$

Висновок: розрахувавши показник відносного навантаження потоку, визначили , що р. Красна – с. Сватово брудна, а загальна площа забруднення складає 1084 км^2 .

Контрольні питання.

1. Які інтегральні показники оцінки якості води й забрудненості водних об'єктів Ви можете назвати?

2. Як виконується розрахунок інтегральних показників оцінки якості води й забрудненості водних об'єктів?

3. Яким чином обчислюються абсолютні величини довжини і площі зон забруднення?

4. За допомогою чого проводяться оцінки якості води водойм питного, промислового, сільськогосподарського або рибогосподарського водокористування?

5. Відповідно до чого лімітується репрезентативна забруднювальна речовина ($C_{ст}$)?

6. Чим виражається загальне навантаження потоку консервативними речовинами (або сумою речовин)?

7. Що виражає величина $C_{сер}$ у створі повного перемішування?

8. Що характеризує величина $C_{сер}$ для створів, розташованих між місцем скиду стічних вод і створом повного перемішування?

9. Що відображає показник неперевищення забрудненості щодо норми $P_{чист}$?

10. Що дозволяє визначати метод номограм?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №2
«ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ САМООЧИЩЕННЯ»

Мета роботи. Визначення показників самоочищення, розрахування кратності розведення, коефіцієнту змішування. Обчислення трансформації забруднювальних речовин.

Теоретична частина

Зниження концентрації забруднювальних речовин, що входять до складу стічних вод відбувається за рахунок змішування з водою річки або водойми. Цей процес називається розведенням стічних вод. В практиці розрахунків розведення використовується поняття кратності розведення n і коефіцієнта змішування γ.

Кратність розведення (n) є універсальною характеристикою розведення, що показує у скільки разів знизилася концентрація забруднювальної речовини в стічних водах на ділянці річки, що досліджується. Величина n визначається за допомогою наступних залежностей

$$n = \frac{C_{cm} + C_p}{C_{\max} + C_p}; \qquad (2.1)$$

при $C_p = 0$

$$n = \frac{C_{cm}}{C_{\max}}, \qquad (2.2)$$

де $C_{\max}$ – максимальна концентрація забруднювальної речовини на будь-якому місці від випуску стічних вод, мг/дм^3.

Коефіцієнт змішування (γ) показує, яка частина витрати води змішується зі стічними водами. Кратність розведення і коефіцієнт змішування пов’язані наступною залежністю

$$n = \frac{Q_{cm} + \gamma Q_p}{Q_{cm}}; \qquad (2.3)$$

або

$$\gamma = (n-1) \cdot \frac{Q_{ст}}{Q_p}. \qquad (2.4)$$

Коефіцієнт змішування обчислюється лише в тому випадку, якщо стічні води поширюються в досліджуваному створі не по всій ширині потоку.

Під самоочищенням розуміється сукупність біохімічних, фізико-хімічних та гідродинамічних (розведення) процесів, що зумовлюють зниження концентрації (або повне видалення) забруднювальних речовин у воді водойми, що потрапили туди зі стічними водами або іншим шляхом, і повернення якості води до первісного стану.

Одним із способів кількісної оцінки зниження концентрації за рахунок хімічних і біохімічних процесів є використання коефіцієнтів неконсервативності ($k_н$), які сумарно враховують швидкість перетворення речовин.

Значення деяких величин коефіцієнтів неконсервативності наведені в табл. 2.1. Коефіцієнти неконсервативності при розкладанні забруднювальних речовин є від'ємними, розмірність $k_н$ – 1/д або 1/с.

Таблиця 2.1 – Значення коефіцієнтів неконсервативності при 0°С

№ п/п	Забруднювальні речовини	Значення $k_н$, 1/с
1	Нафтопродукти	$-2 \cdot 10^{-7}$
2	Феноли	$-1{,}5 \cdot 10^{-6}$
3	СПАР	$-2{,}1 \cdot 10^{-7}$
4	Фосфор мінеральний	0
5	$БСК_5$	$-4 \cdot 10^{-7}$

У загальному вигляді кінетика біохімічного перетворення може бути описана рівнянням 1-го порядку

$$C_t = C_0 \cdot e^{-(k_{н.1} + k_{н.2} + ... + k_{н.n})t}, \qquad (2.5)$$

де C_t, C_0 – концентрація речовини відповідно в початковий момент і в момент часу t, мг/дм^3;

$k_{н.n}$ – коефіцієнти, що належать до одного з процесів перетворення речовини у водному об'єкті.

В практиці допускається вести розрахунок за основним процесом трансформації речовини, нехтуючи процесами, що мають другорядне значення. В цьому випадку розрахункове рівняння набуде наступного вигляду

$$C_t = C_0 \cdot e^{-k_н t}, \qquad (2.6)$$

Взагалі розрахункові методи дозволяють обчислювати концентрації консервативних забруднювальних речовин, однак ці ж методи дозволяють враховувати і зниження концентрації за рахунок розкладання забруднювальних речовин, якщо є чисельні значення констант неконсервативності ($k_н$).

Практична частина

Вихідні дані:

Таблиця 2.2 – Вихідні дані для розрахунків трансформації неконсервативних забруднювальних речовин

№ варіанта	Річка – пункт	C_0, мг/дм^3	t, д
1	р. Айдар – с. Княжино	125	10
2	р. Красна – с. Миловатка	55	30
3	р. Дуваночка – с. Яблунівка	155	25
4	р. Жеребець – с. Ковалівка	160	4
5	р. Зубра – с. Димівка	175	145

Таблиця 2.3 – Вихідні дані для розрахунків кратності розведення та коефіцієнта змішування

№ варіанта	Річка – пункт	Q_p, м^3/с	$Q_{ст}$, м^3/с	$C_{ст}$, мг/дм^3	C_{max}, мг/дм^3
1	р. Айдар – с. Княжино	2,80	3,46	50	10
2	р. Красна – с. Миловатка	2,62	3,91	200	134
3	р. Дуваночка – с. Яблунівка	4,32	2,23	123	115
4	р. Жеребець – с. Ковалівка	3,72	2,16	35	25
5	р. Зубра – с. Димівка	2,40	4,24	165	125

Варіанти обираються відповідно до списку групи у алфавітному порядку.

Хід роботи:

Використовуючи вихідні дані свого варіанта:

1. Необхідно розрахувати кратність розведення та коефіцієнт змішування за формулами (2.2) та (2.4), (табл. 2.3).

2. Обчислити трансформацію всіх забруднювальних речовин, наведених в табл. 2.1, за формулою (2.6), використовуючи вихідні дані свого варіанта (табл.2.3).

3. Роботу оформити відповідно до прикладу.

4. Відповісти на контрольні питання.

Приклад розрахунку

Вихідні дані

Таблиця 1 – Вихідні дані для розрахунків кратності розведення та коефіцієнта змішування

№ варіанту	Річка - пункт	Q_p, м^3/с	$Q_{ст}$, м^3/с	$C_{ст}$, мг/дм^3	C_{max}, мг/дм^3
Х	р. Красна – с. Сватово	3,60	2,31	100	50

Таблиця 2 – Вихідні дані для розрахунків трансформації неконсервативних забруднювальних речовин

№ варіанту	Річка – пункт	C_0, мг/дм^3	t, д
X	р. Красна – с. Сватово	215	24

1. За (2.2) та (2.4) розраховуємо кратність розведення та коефіцієнт змішування

$$n = \frac{100}{50} = 2$$

Кратність розведення: n = 2

$$\gamma = (2-1) * \frac{2{,}31}{3{,}6} = 0{,}64$$

Коефіцієнт змішування: γ = 0,64

2. За (2.6) обчислюємо трансформацію всіх забруднювальних речовин, наведених в табл. 2.1

Нафтопродукти: $C_t = \cdot 215\ e^{2\cdot 10\wedge -7\cdot 24} = 0{,}004$;

Феноли: $C_t = = \cdot 215\ e^{1{,}5\cdot 10\wedge -6\cdot 24} = 0{,}023$

СПАР: $C_t = \cdot 215\ e^{2{,}1\cdot 10\wedge -7\cdot 24} = 0{,}042$

Фосфор мінеральний: $C_t = \cdot 215\ e^{0} = 215$

БСК$_5$: $C_t = \cdot 215\ e^{4\cdot 10\wedge -7\cdot 24} = 0{,}028$

Контрольні питання:

1. Які процеси в водотоках і водоймах приводять до зниження концентрації забруднювальних речовин?
2. Що розуміється під процесом розведення?
3. Яким чином виконується розрахунок кратності розведення та коефіцієнта змішування?
4. Що розуміють під розведенням стічних вод?
5. Що показує кратність розведення?

6. Що таке коефіцієнт змішування?

7. В якому випадку обчислюється коефіцієнт змішування?

8. Що розуміють під процесом самоочищення?

9. Для чого використовують коефіцієнти неконсервативності ($k_н$)?

10. Яка розмірність коефіцієнтів неконсервативності при розкладанні забруднювальних речовин?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №3
«ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД»

Мета роботи. Визначення умов скиду стічних вод за вмістом забруднювальних речовин та оцінка необхідного ступеню очищення стічних вод від забруднювальних речовин.

Теоретична частина

Очищення стічних вод повинно бути таким, щоб якість води у водоймі після скиду до неї стічних вод була не нижче, обумовленої правилами охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами.

Правила містять загальні вимоги до складу та властивостей води (після скиду до неї стічних вод) водних об'єктів. Всі ці вимоги повинні виконуватися при проектуванні скиду стічних вод у водойми.

Для проточної водойми умова скиду стічних вод, за нормативним показником вмісту шкідливих домішок, визначається нерівністю

$$C_{ст.оч} \cdot Q_{ст} + C_p \cdot \gamma Q_p \le (\gamma Q_p + Q_{ст}) \cdot C_{ГДК}, \qquad (3.1)$$

де $C_{ст.оч}$ – концентрація забруднювальної речовини в стічних водах, якої необхідно досягти в результаті очищення, мг/дм^3;

C_p – концентрація того самого виду забруднювальної речовини у воді водойми до скиду стічних вод, мг/дм^3;

$C_{ГДК}$ – ГДК забруднювальної речовини, мг/дм^3;

γ – коефіцієнт змішання, що показує, яка частина води у водоймі змішується зі стічними водами в розрахунковому створі водойми;

Q_p – витрата води у водоймі, м^3/с;

$Q_{ст}$ – витрати стічних вод, що надходять у водойму, м^3/с.

Умови скиду стічних вод до непроточної водойми визначаються за співвідношенням

$$C_{ст.оч} \le C_p + n \cdot (C_{ГДК} - C_p), \tag{3.2}$$

де n – кратність розведення.

Поділивши обидві частини нерівності на $Q_{ст}$, отримаємо

$$C_{ст.оч} + C_p \cdot \frac{\gamma Q_p}{Q_{ст}} \le \left(\frac{\gamma Q_p + Q_{ст}}{Q_{ст}} \right) \cdot C_{ГДК}, \tag{3.3}$$

Вираз у дужках означає кратність розведення в проточних водоймах. Тоді значення n і γ визначаються виразами (2.3) і (2.5) (практична робота №2).

Підставивши відповідні значення n і γ, отримаємо

$$C_{ст.оч} + (n-1) \cdot C_p \le n \cdot C_{ГДК}, \tag{3.4}$$

Аналіз рівняння (3.4) вказує на те, що у разі відсутності забруднювальної речовини даного виду в проточній водоймі, цей вираз набуває вигляду

$$C_{ст.оч} \le n \cdot C_{ГДК}, \tag{3.5}$$

тобто концентрація забруднювальних речовин у стічних водах повинна бути такою, що дорівнює або менша від добутку кратності розведення на ГДК. Іншими словами, добуток розведення має бути таким, щоб концентрація забруднювальних речовин у проточній водоймі не перевищувала гранично допустимої концентрації.

Необхідний ступінь очищення стічних вод від певного виду забруднення (наприклад, від завислих речовин або за величиною $БСК_{повне}$), у відсотках, визначається за виразом

$$E = \frac{C_{ст} - C_{доп}}{C_{ст}} \cdot 100\% \qquad (3.6)$$

або

$$E = \frac{Б_а - Б_{вод}}{Б_а} \cdot 100\%, \qquad (3.7)$$

де E – необхідний ступінь очищення стічних вод від певного виду забруднювальної речовини, %;

$C_{доп}$ – допустимий вміст завислих речовин в стічній воді, мг/дм^3;

$Б_а$ – фактичне $БСК_{повн}$ у воді до скиду стічних вод, мгO_2/дм^3;

$Б_{вод}$ – значення $БСК_{повн}$, величину якого необхідно досягти у процесі очищення, мгO_2/дм^3.

Слід зазначити, що забороняється скидати у водні об’єкти: стічні води, які можуть бути усунуті шляхом удосконалення технології виробництва; стічні води, що можуть бути використані в замкненій або зворотній системі технічного водопостачання підприємств; стічні води, що можуть бути використані для зрошення. Якщо таке неможливо з тих або інших причин, то допускається випуск очищених стічних вод у водойми при виконанні вимог нормативних актів та правил.

Практична частина

<u>Хід роботи:</u>

Використовуючи вихідні дані свого варіанта:

1. Визначити умови скиду стічних вод за вмістом забруднювальних речовин, використовуючи нерівність (3.4).

2. Оцінити необхідний ступінь очищення стічних вод від забруднювальних речовин, використовуючи формулу (3.6) (табл. 3.1).

4. Роботу оформити відповідно до прикладу.

3. Відповісти на контрольні питання.

Вихідні дані:

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для визначення ефективності очищення стічних вод від нітритів

$C_{ГДК}$ =3 мг/дм^3

№ варіанта	Річка – пункт	$C_{ст.оч}$, мг/дм^3	$C_{ст}$, мг/дм^3	$C_р$, мг/дм^3	n
1	р. Айдар – с. Княжино	2,5	4,8	1,4	0,1
2	р. Красна – с. Миловатка	1,4	1,7	0,7	3,1
3	р. Дуваночка – с. Яблунівка	3,4	7,9	0,2	4,1
4	р. Жеребець – с. Ковалівка	0,8	3,5	0,3	3,1
5	р. Зубра – с. Димівка	3,9	2,0	1,1	0,6

Варіанти обираються відповідно до списку групи у алфавітному порядку.

Приклад розрахунку
Вихідні дані

Таблиця 1 – Вихідні дані для визначення ефективності очищення стічних вод від нітритів

$ГДК_C$ =3 мг/дм^3

№ варіанту	Річка - пункт	$C_{ст.оч}$, мг/дм^3	$C_{ст}$, мг/дм^3	$C_р$, мг/дм^3	n
Х	р. Красна – с. Сватово	1,85	3,4	0,7	0,5

1. За (3.4) визначаємо умови скиду стічних вод за вмістом забруднювальних речовин

$$1{,}85 + (0{,}5 - 1) \cdot 0{,}7 \le 0{,}5 \cdot 3$$

$$1{,}5 = 1{,}5$$

Концентрація забруднювальних речовин у стічних водах дорівнює добутку кратності розведення на ГДК, тобто концентрація забруднювальних речовин не перевищує гранично допустимої концентрації.

2. За (3.6) оцінюємо необхідний ступінь очищення стічних вод від забруднювальних речовин

$$E = \frac{3{,}4 - 1}{3{,}4} \cdot 100\% = 70{,}6\%$$

Висновок: ступінь очищення стічних вод р. Красна – с. Сватово від забруднювальних речовин складає 70,6 %.

Контрольні питання:

1. Назвіть умови скиду стічних вод до проточних та непроточних водойм.
2. Яким чином оцінюється необхідний ступінь очищення стічних вод?
3. Яким чином визначаються значення витрат води у водоймі (Q_p)?
4. Яким чином визначаються концентрації забруднювальної речовини в стічних водах (C_{cm})?
5. Від чого залежить коефіцієнт змішування (γ)?
6. Розмірність необхідного ступеню очищення стічних вод від певного виду забруднювальної речовини (E)?
7. Яким чином визначаються значення витрат стічних вод, що надходять у водойму (Q_{cm})?
8. Які стічні води забороняється скидати у водні об’єкти?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4
«ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ ВОДИ НА ГОСПОДАРСЬКО-ПИТНІ ТА КОМУНАЛЬНІ ПОТРЕБИ МІСЬКОГО НАСЕЛЕННЯ»

Мета роботи: Оцінка якості води для господарсько-питних та комунально-побутових потреб, аналіз можливості використання вод для цього виду водокористування. Обчислення розрахункових витрат води окремими категоріями споживачів: для господарсько-питного й комунального водопостачання для населених пунктів.

Теоретична частина

Для водопостачання якість води має не менше значення, ніж її кількість. Якість природної води характеризується сукупністю фізичних, хімічних та біологічних показників. Фізичні показники включають температуру, прозорість, кольоровість, мутність. Хімічні показники більш різноманітні і складають п’ять груп: головні іони, розчинені гази, біогенні речовини, органічні речовини, мікроелементи. Серед численних мікробіологічних показників найчастіше всього використовується мікробне число (загальна кількість мікроорганізмів в 1 $см^3$ води) та Колі-індекс (кількість кишкових паличок в 1 $дм^3$ води).

Критерії якості води, як природного ресурсу, не можуть бути єдиними. Все залежить від виду використання: господарсько-питного водопостачання, промислового водопостачання, забезпечення рибного господарства та ін. Для кожної групи водокористувачів сформовані загальні потреби за складом та якістю води. Існує також перелік чисельних значень ГДК (табл. 4.1).

Кожна ГДК належить до однієї із трьох ознак, що лімітують шкідливість (ЛОШ): органолептичні (які сприймаються безпосередньо органами почуттів людини), загально-санітарні та санітарно-токсикологічні. Для господарсько-питного водопостачання та культурно-побутового використання ГДК однакові.

ГДК – це така концентрація, яка при більш-менш тривалому впливі на організм людини або риби не призводить до патологічних змін та не викликає

захворювань. Зазвичай на організм людини або риби впливає не кожна речовина окремо, а їх сукупність.

Таблиця 4.1 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в природній воді для господарсько-побутового використання, мг/дм^3

№ п/п	Речовини	Клас небезпеки	Ознака, що лімітує шкідливість (ЛОШ)	ГДК, мг/дм^3
1	Аміак (за азотом)	3	Санітарно-токсикологічна	2,0
2	Анілін	2	Санітарно-токсикологічна	0,1
3	Бензол	2	Санітарно-токсикологічна	0,5
4	Залізо загальне	3	Органолептична	0,3
5	Натрій	2	Санітарно-токсикологічна	200
6	Нафтопродукти	4	Органолептична	0,1
7	Нікель	3	Санітарно-токсикологічна	0,1
8	Нітрати (за азотом)	3	Санітарно-токсикологічна	10,0
9	Нітрити (за азотом)	2	Санітарно-токсикологічна	1,0
10	Свинець	2	Санітарно-токсикологічна	0,03
11	Сульфати	4	Органолептична	500
12	Феноли	4	Органолептична	0,001
13	Хлориди	4	Органолептична	350
14	Хром (6+)	3	Санітарно-токсикологічна	0,05
15	Цинк	3	Загально-санітарна	1,0

Оцінка якості води виконується методом порівняння значень показників якості води (фактичних або розрахованих) з нормативами.

Якщо показники не мають ефекту спільної дії, то їх значення (кожного окремо) мають бути не більше за норматив

$$C_n \leq \text{ГДК}_n, \tag{4.1}$$

Якщо показники якості води мають ефект спільної дії, то вони об'єднуються у групи і для кожної з груп показник ψ має бути не більше 1

$$\psi = \sum_{1}^{n} C_n / \text{ГДК}_n \leq 1{,}0, \qquad (4.2)$$

де n – кількість речовин у групі ЛОШ;

C_n – концентрація n-ої речовини, що належить до певної групи ЛОШ, мг/дм^3.

За санітарними нормами у групі спільної дії об'єднуються показники, нормовані з ЛОШ 1 і 2 класу небезпеки (у формулі (4.2) n – кількість показників з однаковими ЛОШ 1 і 2 класу небезпеки). Решта показників, нормованих без ЛОШ або з ЛОШ, але 3 і 4 класу небезпеки, не мають ефекту спільної дії.

Якщо вимоги норм не виконуються хоча б по одному з показників, то водний об'єкт або його ділянка вважаються забрудненими.

4.1 Визначення розрахункових витрат води окремими категоріями споживачів. При проектуванні систем водопостачання необхідно знати яка кількість води має бути подана водопроводом, види і кількість водоспоживачів з урахуванням перспективного плану розвитку об'єкта, розрахункові норми споживання води кожним видом споживача та режим споживання води протягом доби.

Норма водоспоживання – це кількість води, що витрачається на певні потреби за одиницю часу або на одиницю продукції, що виробляється. В населених пунктах норми господарсько-питного водоспоживання призначаються на підставі вивчення фактичного об'єму та режиму водоспоживання в аналогічних умовах.

Середньодобові норми господарсько-питного водоспоживання в населених пунктах на одного мешканця (за рік) при забудові будинками, обладнаними внутрішнім водопроводом та каналізацією, такі: без ванн – 125-160 л/д; з ваннами і місцевими водонагрівачами – 160-230 л/д; з централізованим гарячим водопостачанням – 230-350 л/д. В населених пунктах, де водокористування здійснюється за допомогою водорозбірних колонок, питомі витрати дорівнюють 30-50 л/д.

Питомі витрати води на полив залежать від природних та місцевих умов

і становлять: для механізованого миття проїздів та майданів з поліпшеним покриттям – 1,2-1,5 л/м^2 на один полив; механізованого поливу перелічених проїздів та майданів – 0,3-0,4 л/м^2 на один полив; полив зі шлангів проїздів – 0,4-0,5 л/м^2; полив газонів, квітників – 4-6 л/м^2 на один полив; полив зелених насаджень і присадибних ділянок – 3-4 л/м^2 на добу.

Витрати води на господарсько-питні потреби міського населення. Режим господарсько-питного водоспоживання протягом доби, місяця, року в населених пунктах не буває рівномірним і залежить від багатьох чинників (режиму життя і трудової діяльності людини, пори року, місцевих умов тощо). Зазвичай припускається, що протягом року коливання водоспоживання відбувається за літнім і зимовим графіками. В розрахунках ці коливання оцінюються коефіцієнтом добової нерівномірності: найбільшим $K_{доб.\max}$ =1,3; найменшим – $K_{доб.\min}$ = 0,7.

Протягом доби погодинні витрати мають значне коливання, яке враховується коефіцієнтом погодинної нерівномірності

$$\text{найбільшим } K_{год.\max} = \alpha_{\max} \cdot \beta_{\max}; \tag{4.3}$$

$$\text{найменшим } K_{год.\min} = \alpha_{\min} \cdot \beta_{\min}, \tag{4.4}$$

де $\alpha_{\max}$ =1,2-1,4 та $\alpha_{\min}$ = 0,4-0,6 – коефіцієнти, які враховують ступінь благоустрою будинків, режим роботи підприємств та інші місцеві умови за СНіП 2.04.02-84;

β – коефіцієнт, який враховує чисельність мешканців у населеному пункті (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Значення коефіцієнта β

Коефіцієнт	Чисельність мешканців N, тис. чол.										
	<0,1	0,2	0,5	1	4	10	20	50	100	300	1000>
$\beta_{\max}$	4,5	3,5	2,5	2	1,5	1,3	1,2	1,15	1,1	1,05	1
$\beta_{\min}$	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,85	1

В залежності від значення $K_{год.\max}$ береться типовий графік розподілу добових витрат за годинами доби.

Протягом години в розрахунках передбачається рівномірне водоспоживання. Година, на яку припадає найбільше значення погодинної витрати води всього населеного пункту, є годиною найбільшого водоспоживання, а витрати води кожного споживача за цю годину приймаються за розрахункові.

При визначенні витрат води на господарсько-питні потреби населення міст необхідно встановити його кількість за відношенням

$$N = F \cdot P, \tag{4.5}$$

де N – чисельність населення, чол.;

F – площа частини міста, га;

P – густота населення, чол./га.

Площа тієї або іншої частини міста визначається після ретельного вивчення характеру планування міст.

Максимальна добова витрата води населенням міст визначається за формулою

$$Q_{доб.\max} = \frac{q_{доб.\max} \cdot N}{10^3}, \tag{4.6}$$

де $Q_{доб.\max}$ – найбільша добова витрата води населенням на господарсько-питні потреби, м^3/д;

$q_{доб.\max}$ – норма максимального добового водоспоживання, л/д на 1 людину (табл. 4.3);

N – розрахункова чисельність мешканців, чол.

Середня погодинна витрата води визначається за формулою

$$Q_{год.\mathrm{mid}} = \frac{Q_{доб.\max}}{24}, \tag{4.7}$$

де $Q_{год.\mathrm{mid}}$ – середня погодинна витрата води населенням на господарсько-

питні потреби, м^3/год.

Таблиця 4.3 – Питоме середньодобове (за рік) водоспоживання на господарсько-питні потреби населення

№ п/п	Ступінь благоустрою районів житлової забудови	Питоме середньодобове господарсько-питне водоспоживання в населених пунктах на одного мешканця (за рік) q, л/д
1	Забудова будинками, обладнаними внутрішнім водопроводом і каналізацією: без ванн	125-160
2	з ваннами і місцевими водонагрівачами	160-230
3	з централізованим гарячим водопостачанням	230-350

Примітка: Найбільше значення належить до південних районів, найменше – до північних.

Максимальна погодинна витрата води визначається за формулою

$$Q_{год.\max} = \frac{0{,}0417 \cdot N \cdot q_{доб.\max} \cdot K_{год.\max}}{10^3}, \qquad (4.8)$$

де $Q_{год.\max}$ – найбільша погодинна витрата води населенням на господарсько-питні потреби, м^3/год;

$K_{год.\max}$ – коефіцієнт погодинної нерівномірності, що визначається за формулою (4.3).

Максимальна секундна витрата води

$$Q_{c.\max} = \frac{Q_{год.\max}}{3{,}6}, \qquad (4.9)$$

де $Q_{c.\max}$ – найбільша секундна витрата води, м^3/с.

Витрати води на комунальні потреби міст.

Визначення витрат води на полив вулиць і майданів. Максимальна добова витрата води на полив вулиць і майданів визначається за виразом

$$Q_{доб.\max} = \frac{F_в \cdot q_в \cdot n \cdot 0{,}1}{10^3}, \qquad (4.10)$$

де $Q_{доб.\max}$ – максимальна добова витрата води на полив вулиць і майданів, м^3/д;

$F_в$ – площа вулиць і майданів, м^2;

$q_в$ – норма витрати води на полив, яка береться в залежності від типу покриття, виду поливу та інших умов, л/м^2. Для механізованого поливу удосконалених покрить вулиць і майданів $q_в$=0,3-0,4 л/м^2;

n – число поливів, береться 1-2 в залежності від режиму поливу;

0,1 – поливається 10% від усієї площі.

Середня погодинна витрата води обчислюється за формулою

$$Q_{год.\mathrm{mid}} = \frac{Q_{доб.\max}}{24}, \qquad (4.11)$$

де $Q_{год.\mathrm{mid}}$ – середня погодинна витрата води населенням на полив вулиць і майданів, м^3/год.

Максимальна погодинна витрата води визначається за формулою

$$Q_{год.\max} = \frac{0{,}0417 \cdot F \cdot K_{год} \cdot q_в \cdot n \cdot 0{,}1}{10^3}, \qquad (4.12)$$

де $Q_{год.\max}$ – найбільша погодинна витрата води населенням на полив вулиць і майданів, м^3/год;

$K_{год}$ – коефіцієнт погодинної нерівномірності витрати води на полив (для середніх міст $K_{год}$ =4).

Максимальна секундна витрата води визначається за формулою (4.9).

Визначення витрат води на полив зелених насаджень. Максимальна добова витрата води визначається за формулою

$$Q_{доб.\max} = \frac{F_з \cdot q_з \cdot n \cdot 0{,}15}{10^3}, \qquad (4.13)$$

де $Q_{доб.\max}$ – максимальна добова витрата води на полив зелених насаджень, м^3/д;

$F_з$ – площа зелених насаджень, м^2;

$q_з$ – норма витрати води на полив, л/м^2, ($q_з$=3,0-4,0 л/м^2);

n – число поливів за добу, приймається 1-2.

0,15 – поливається 15% від усієї площі.

Середня погодинна витрата води обчислюється за формулою

$$Q_{год.\mathrm{mid}} = \frac{Q_{доб.\max}}{24}, \qquad (4.14)$$

де $Q_{год.\mathrm{mid}}$ – середня погодинна витрата води населенням на полив зелених насаджень, м^3/год.

Максимальна погодинна витрата води визначається за формулою

$$Q_{год.\max} = \frac{0{,}0417 \cdot F_з \cdot K_{год} \cdot q_з \cdot n \cdot 0{,}15}{10^3}, \qquad (4.15)$$

де $Q_{год.\max}$ – найбільша погодинна витрата води населенням на полив зелених насаджень, м^3/год;

$K_{год}$ – коефіцієнт погодинної нерівномірності витрати води на полив (для середніх міст $K_{год}$ =4).

Максимальна секундна витрата води визначається за формулою (4.9).

Практична частина

Вихідні дані:

Таблиця 4.4 – Вихідні дані концентрацій шкідливих речовин, мг/дм^3

Речовини	Концентрації шкідливих речовин C_i по варіантах				
	1	2	3	4	5
Аміак (за азотом)	1,0	1,1	1,9	1,3	1,5
Анілін	0,01	0,05	0,5	0,03	0,2
Бензол	0,4	0,5	0,7	0,3	0,7
Залізо загальне	0,3	0,3	0,1	0,1	0,4
Натрій	100	200	245	200	125
Нафтопродукти	0,4	0,1	0,2	0,09	0,05
Нікель	0,2	0,5	0,1	0,02	0,01
Нітрати (за азотом)	5,2	11,0	9,8	6,7	3,5
Нітрити (за азотом)	0,8	0,4	0,2	0,1	0,02
Свинець	0,02	0,03	0,009	0,003	0,05
Сульфати	250	340	560	170	700
Феноли	0,0001	0,001	0,0005	0,0008	0,0007
Хлориди	175	200	235	330	350
Хром (6+)	0,05	0,08	0,01	0,001	0,09
Цинк	0,9	2,3	0,5	0,2	0,4

Таблиця 4.5 – Вихідні дані для розрахунків витрат води і стічних вод для водопостачання та водовідведення

№ варіанта	Густота населення P, чол./га	Площа F, га			Ступінь благо-устрою	Повер-ховість забудови, понад
		кварталів міста	вулиць і площ	зелених насаджень		
1	350	165,5	3,5	6,8	3	5
2	285	175,0	4,0	7,0	3	6
3	310	180,0	5,0	7,4	3	5
4	408	180,5	3,6	6,9	1	7
5	375	190,0	4,2	7,5	3	6

Варіанти обираються відповідно до списку групи у алфавітному порядку.

<u>Хід роботи:</u>

Використовуючи вихідні дані свого варіанта:

1. Оцінити якість води для господарсько-питних та комунально-побутових потреб, використовуючи умови (4.1), (4.2) і вхідні дані свого варіанта (табл. 4.4) та зробити висновок щодо можливості використання вод для цього виду водокористування. Оцінку якості вод рекомендується виконувати у табличній формі (табл. 4.6).

Таблиця 4.6 – Оцінка якості води для господарсько-питного Водокористування

ЛОШ	Клас	Показник	Значення показника (C_n)	Норматив ГДК$_n$	$\frac{C_n}{\text{ГДК}_n}$
1	2	3	4	5	6

2. Обчислити розрахункові витрати води для господарсько-питного й комунального водопостачання для населених пунктів, послідовно використовуючи формули (4.5)-(4.9) та (4.10)-(4.15) згідно з вхідними даними свого варіанта (табл. 4.5).

3. Усі розраховані витрати води необхідно звести до загальної таблиці (табл. 4.7).

Таблиця 4.7 –Таблиця витрат води на господарсько-питні та комунальні потреби міського населення

	Вид витрати води	$Q_{доб.}$max м^3/д	$Q_{год}$.mid м^3/год	$Q_{год}$.max м^3/год	$Q_{с}$.max м^3/с
	Господарсько-питні потреби населення міста				
	Комунальні потреби міста				
	РАЗОМ				

4. Результати табл. 4.7 представити графічно у вигляді кругової діаграми.
5. Роботу оформити відповідно до прикладу.
6. Відповісти на контрольні питання.

Приклад розрахунків

Вихідні дані

Таблиця 1 Вихідні дані для розрахунків витрат води і стічних води для водопостачання та водовідведення

№ варіанта	Густота населення P, чол./га	Площа F, га			Ступінь благо-устрою	Пове-рхо-вість забудови, понад
		кварталів міста	вулиць і площ	зелених насаджень		
X	330	175,5	4,5	7,2	2	6

1. За (4.1-4.2) оцінюємо якість води для господарсько-питних та комунально-побутових потреб

Таблиця 2 – Оцінка якості води для господарсько-питного водокористування

ЛОШ	Клас	Показник	Значення показника (C_n)	Норма-тив ГДК$_n$	$\frac{C_n}{\text{ГДК}_n}$
Санітарно-токсикологічна	3	Аміак (за азотом)	2,5	2,0	1,25
Санітарно-токсикологічна	2	Анілін	0,08	0,1	0,8
Санітарно-токсикологічна	2	Бензол	0,6	0,5	1,2
Органолептична	3	Залізо	0,2	0,3	0,66

Санітарно-токсикологічна	2	Натрій	230	200	1,15
Органолептична	4	Нафтопродукти	0,1	0,1	1
Санітарно-токсикологічна	3	Нікель	0,4	0,1	4
Санітарно-токсикологічна	3	Нітрати (за азотом)	12,5	10,0	1,25
Санітарно-токсикологічна	2	Нітрити (за азотом)	0,3	1,0	0,3
Санітарно-токсикологічна	2	Свинець	0,004	0,03	0,13
Органолептична	4	Сульфати	500	500	1
Органолептична	4	Феноли	0,004	0,001	4
Органолептична	4	Хлориди	245	350	0,7
Санітарно-токсикологічна	3	Хром	0,007	0,05	0,14
Загальносанітарна	3	Цинк	0,8	1,0	0,8

Висновок: Розглянувши таблицю 2, можна сказати що даний водний об'єкт забруднений, оскільки були перевищенні вимоги норм по таки показникам, як натрій, нікель, бензол, аміак та нітроген, оскільки водний об’єкт або його ділянка вважаються забрудненими, якщо вимоги норм не виконуються хоча б по одному з показників.

2. За (4.5-4.9) та (4.10-4.15) обчислюємо розрахункові витрати води для господарсько-питного й комунального водопостачання для населених пунктів

2.1 ***витрати для господарсько–питного водопостачання***

$$N = 175{,}5*330 = 57915 \text{ чол.};$$

$$Q_{доб.\max} = (20*57915)/10^3 = 1158{,}3 \text{ м}^3/\text{дм};$$

$$Q_{год.\text{mid}} = 1158{,}3/24 = 48{,}26 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$K_{год.\max} = 1{,}3*1 = 1{,}3$$

$$Q_{год.\max} = \frac{0{,}0417 \cdot 61776 \cdot 20 \cdot 1{,}3}{10^3} = 67 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$Q_{с.\max} = 67/3{,}6 = 18{,}6 \text{ м}^3/\text{с}$$

2.2 витрати комунального водопостачання
(на полив вулиць і майданів)

$$Q_{доб.\max} = (45000*0{,}3*1*0{,}1)/10^3 = 1{,}35 \text{ м}^3/\text{д};$$

$$Q_{год\,\mathrm{mid}} = 1{,}35/24 = 0{,}056 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$Q_{год.\max} = (0{,}0417*45000*4*0{,}3*1*0{,}1)/10^3 = 0{,}225 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_{с.\max} = 0{,}225/3{,}6 = 0{,}063 \text{ м}^3/\text{с}.$$

(на полив зелених насаджень)

$$Q_{доб.\max} = (72000*0{,}3*1*0{,}15)/10^3 = 3{,}24 \text{ м}^3/\text{д};$$

$$Q_{год\,\mathrm{mid}} = 3{,}24/24 = 0{,}135 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$Q_{год.\max} = (0{,}0417*72000*4*0{,}3*1*0{,}15)/10^3 = 0{,}54 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_{с.\max} = 0{,}54/3{,}6 = 0{,}15 \text{ м}^3/\text{с}.$$

2.3 разом на комунальні потреби витрата води дорівнює:

$$Q_{доб\,max} = 1{,}35 + 3{,}24 = 3{,}59 \text{ м}^3/\text{дм};$$

$$Q_{годmid} = 0{,}056 + 0{,}135 = 0{,}191 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$Q_{годmax} = 0{,}225 + 0{,}54 = 0{,}765 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_{стax} = 0{,}063 + 0{,}15 = 0{,}213 \text{ м}^3/\text{с}$$

3. Усі розраховані витрати води зводимо до загальної таблиці

Таблиця 3 – Таблиця витрат води на господарсько-питні та комунальні потреби міського населення

№	Вид витрати води	$Q_{доб\,max}$, *м³/д*	$Q_{годmid}$ *м³/год*	$Q_{годmax}$ *м³/год*	$Q_{стax}$ м³/*с*
1	Господарсько-питні потреби населення міста	*1158,3*	*48,26*	*67*	*18,6*
2	Комунальні потреби міста	3,59	0,19	0,77	0,21
Разом		***1162***	***48,5***	***67,8***	***18,8***

4. Результати табл. 3 представляємо графічно у вигляді кругової діаграми

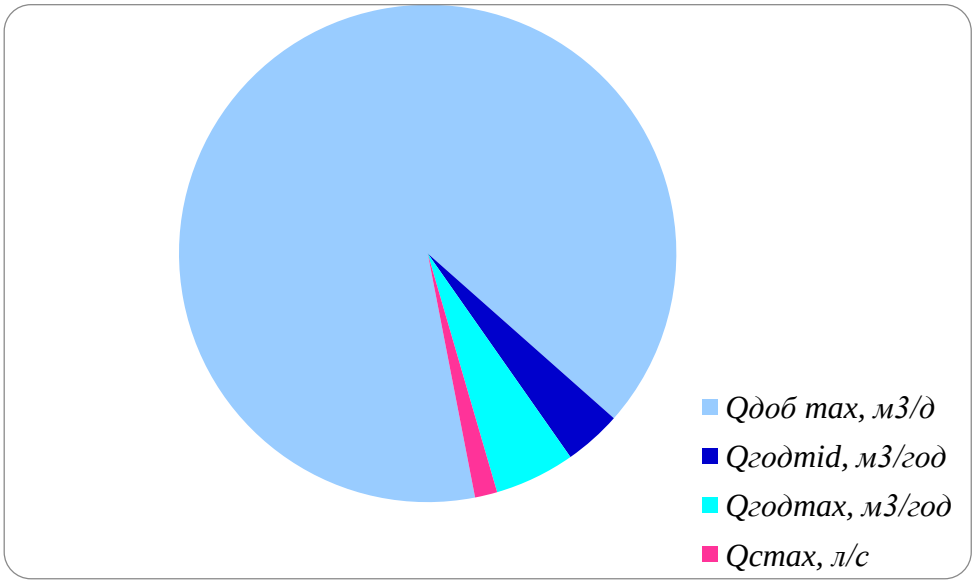

Рис 1. Діаграма витрат води на господарсько-питні та комунальні потреби міського населення

Контрольні питання

1. Які групи показників формують поняття «якість води»?
2. Як називаються ознаки, що лімітують шкідливість (ЛОШ), які сприймаються безпосередньо органами почуттів людини?
3. Що називається гранично допустимою концентрацією?
4. Що таке норма водоспоживання?
5. Які основні розрахункові витрати води окремими категоріями споживачів Ви можете назвати?
6. Які системи водопостачання Ви знаєте?
7. Що оцінюється коефіцієнтом добової нерівномірності?
8. Що враховується коефіцієнтом погодинної нерівномірності?
9. Чому дорівнює норма витрати води на полив ($q_в$) для механізованого поливу удосконалених покрить вулиць і майданів?
10. Чому дорівнює коефіцієнт погодинної нерівномірності витрати води на полив для середніх міст ($K_{год}$)?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5
«ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ ВОДИ ДЛЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ»

Мета роботи: Обчислення розрахункових витрат води для промислових підприємств та на гасіння пожеж, згідно з вхідними даними свого варіанту.

Теоретична частина

Норма водоспоживання – це кількість води, що витрачається на певні потреби за одиницю часу або на одиницю продукції, що виробляється.

Питомі витрати води на промислові потреби підприємств залежать від типу продукції, що випускається, прийнятої технології, встановленого обладнання. Ці дані визначаються за технологічними паспортами підприємств. Для орієнтовних підрахунків витрат води на підприємствах користуються нормами споживання води на одиницю продукції. На промислових підприємствах необхідно враховувати витрати води на господарсько-питні потреби та побутові витрати води, крім виробничих.

Крім регулярного забезпечення господарсько-питних і виробничих потреб система водопостачання у разі необхідності повинна подавати воду на гасіння пожеж. Витрати води на гасіння пожеж необхідні тільки при їх виникненні, і тому враховуються лише під час перевірочних розрахунків водопровідної мережі та при визначенні об’єму запасних ємностей (водонапірної вежі, протипожежних резервуарів). Витрати води на зовнішнє гасіння пожежі промислових будівель та розрахункова кількість пожеж наведені у табл. 5.1 і табл. 5.2.

До розрахункової кількості одночасних пожеж включені пожежі на промислових підприємствах, які розташовані в межах населених пунктів. Додатково до витрат води на зовнішнє гасіння пожеж слід враховувати витрати води на внутрішнє гасіння пожежі в житлових, громадських та виробничих будинках, які обладнані внутрішніми пожежними системи.

Розрахункова тривалість гасіння пожежі дорівнює 3 год. Подача розрахункових витрат води на гасіння пожеж повинна бути забезпечена при найбільших погодинних витратах води на інші потреби. При цьому витрати води на полив, душові, миття підлоги і технологічного обладнання

підприємств не враховуються.

Таблиця 5.1 – Витрати води на зовнішнє гасіння пожеж у населених пунктах

№ п/п	Кількість мешканців у населеному пункті N, тис. чол.	Розрахункова кількість одночасних пожеж n	Витрати води на зовнішнє гасіння пожеж $q_{пож}$, м^3/с при забудові будинками	
			до двох поверхів	три поверхи і більше
1	< 1	1	5	10
2	1-5	1	10	10
3	5-10	1	10	15
4	10-25	2	10	15
5	25-50	2	20	25
6	50-100	2	25	35
7	100-1000	3	-	40-100

Таблиця 5.2 – Витрати води на зовнішнє гасіння пожеж промислових будівель

№ п/п	Ступінь вогне-стійкості	Категорія приміщень за пожежною небезпекою	Витрати води на зовнішнє пожежогасіння промислових будівель з ліхтарями, а також без ліхтарів (до 60 м на одну пожежу $q_{пож}$, м^3/с), при об'ємах будівель, тис. м^3						
			< 3	> 3 < 5	> 5 < 20	> 20 < 50	> 50 < 200	> 200 < 400	> 400 < 600
1	I і II	Г, Д	10	10	10	10	15	20	25
2	I і II	А, Б, В	10	10	15	20	30	35	40
3	III	Г, Д	10	10	15	25	35	-	-
4	III	В	10	15	20	30	40	-	-
5	IV і V	Г, Д	10	15	20	30	-	-	-
6	IV і V	В	15	20	25	40	-	-	-

5.1 Витрати води для промислових підприємств.

Витрати води для промислових підприємств складаються з витрат води на господарсько-питні й комунальні потреби, витрат води на душ і витрат води на виробничі потреби.

Визначення витрат води на господарсько-питні потреби підприємств. Середня погодинна витрата води визначається згідно з формулою

$$Q_{год.\text{mid}} = \frac{0{,}045 \cdot n_г + 0{,}025 \cdot n_x}{24}, \qquad (5.1)$$

де $Q_{год.\text{mid}}$ – середня погодинна витрата води на господарсько-питні потреби підприємства, м^3/год;

0,045 і 0,025 – відповідно норми водоспоживання на 1 робітника в гарячих і холодних цехах;

$n_г$ і n_x – відповідно кількість працюючих на підприємстві в гарячих і холодних цехах.

Розрахункові максимальна погодинна і секундна витрати води в розрізі доби повинні прийматися за зміною, в якій працює найбільша кількість робітників, тобто в 1-шу або максимальну зміну.

Максимальна погодинна витрата визначається за виразом

$$Q_{год.\max} = \frac{0{,}045 \cdot n_г \cdot K_г + 0{,}025 \cdot n_x \cdot K_x}{t_{зм}}, \qquad (5.2)$$

де $Q_{год.\max}$ – максимальна погодинна витрата води на господарсько-питні потреби підприємства, м^3/год;

$K_г$ і K_x – коефіцієнти погодинної нерівномірності відповідно в гарячих і холодних цехах – $K_г$=2,5, K_x=3;

$t_{зм}$ – тривалість робочої зміни, год, ($t_{зм}$=8 год).

Максимальна секундна витрата води визначається за формулою (4.9) практичної роботи №4.

Визначення побутових витрат води на підприємствах. Кількість працюючих, що користуються душовою, встановлюється для кожного підприємства з дотриманням санітарних норм проектування промислових

підприємств.

За нормами користування, душ приймають протягом 45 хв після закінчення кожної зміни, при цьому максимальна погодинна витрата води на душ становить

$$Q_{год.\max} = \frac{Q_{зм}}{0,75}, \tag{5.3}$$

де $Q_{год.\max}$ – найбільша погодинна витрата води на душ, м^3/год;
$Q_{зм} = (0,06 \cdot n_г + 0,04 \cdot n_х)$ – об'єми води на душ за зміну у гарячих і холодних цехах, м^3;
0,06 і 0,04 – відповідно норми витрат на один душ у гарячих і холодних цехах.

Максимальна секундна витрата води визначається за формулою (4.9) практичної роботи №4.

Визначення витрат води на виробничі потреби підприємств. Витрата води на виробничі потреби підприємства повинна визначатися за даними технологів.

Максимальна добова витрата води підприємств на виробничі потреби становить

$$Q_{доб.\max} = П \cdot q_{пит}, \tag{5.4}$$

де $Q_{доб.\max}$ – найбільша добова витрата води на підприємстві на виробничі потреби, м^3/д;
$П$ – добова продукція підприємства (табл. 5.3);
$q_{пит}$ – середня питома витрата води на виробництво одиниці продукції, м^3 (табл. 5.3).

За відсутності даних про витрати води на виробничі потреби окремими змінами споживання води береться однаковим протягом усього часу роботи підприємства.

Максимальна погодинна витрата води при цьому дорівнює

$$Q_{год.\max} = \frac{Q_{доб.\max}}{t}, \tag{5.5}$$

де $Q_{год.\max}$ – найбільша погодинна витрата води на виробничі потреби, м^3/год;
t – тривалість роботи підприємства в розрізі доби, год.

Максимальна секундна витрата води на виробничі потреби обчислюється за формулою (4.9) практичної роботи №4.

5.2 Витрати води на пожежогасіння.

Розрахункові витрати води на зовнішнє пожежогасіння залежать від розмірів населених пунктів, поверховості будинків і ступеня їхньої вогнестійкості, категорій виробництв та ін. чинників.

Максимальна секундна витрата води на гасіння пожеж визначається за формулою

$$Q_{пож.\max} = q_{пож} \cdot n + q'_{пож}, \tag{5.6}$$

де $Q_{пож.\max}$ – максимальна секундна витрата води на гасіння пожеж, м^3/с;
$q_{пож}$ – розрахункова витрата води на пожежогасіння 1 зовнішньої пожежі, м^3/с, (визначається за табл. 5.1 для населеного пункту або табл. 5.2 для промислового підприємства);
$q'_{пож}$ – розрахункова витрата води на внутрішнє пожежогасіння, м^3/с;
n – кількість пожеж (табл. 5.1).

Виходячи з розрахункової тривалості пожежі t_n=3 год, повну витрату води на гасіння пожежі можна визначити за формулою

$$Q'_{пож} = 10{,}8(q_{пож} \cdot 2 + q'_{пож}), \tag{5.7}$$

де $Q'_{пож}$ – повний об’єм води на гасіння пожежі окремо для населеного пункту $Q^{НП}_{пож}$ та для промислового підприємства $Q^{ПП}_{пож}$, м^3.

Повний об’єм води на гасіння пожежі за 3 год складається з суми витрат води на пожежогасіння для населеного пункту та для промислового підприємства

$$Q_{пож} = Q^{НП}_{пож} + 0{,}5Q^{ПП}_{пож}, \tag{5.8}$$

де $Q_{пож}$ – повний об’єм води на пожежогасіння, м^3;

$Q_{пож}^{НП}$ і $Q_{пож}^{ПП}$ – відповідно витрати води на гасіння пожеж для населеного пункту та для промислового підприємства, м^3.

Витрата води на пожежогасіння за 1 годину:

$$Q_{год.пож} = \frac{Q_{пож}}{3}, \qquad (5.9)$$

де $Q_{год.пож}$ – витрата води на пожежогасіння за 1 год, м^3/год;

$Q_{пож}$ – повна витрата води на пожежогасіння, м^3.

Секундна витрата води на пожежогасіння:

$$Q_{с.пож} = \frac{Q_{год.пож}}{3{,}6}, \qquad (5.10)$$

де $Q_{с.пож}$ – найбільша секундна витрата на гасіння пожеж, м^3/с.

Практична частина

Вихідні дані:

Таблиця 5.3 – Вихідні дані для розрахунків витрат води та стічних вод для промислових підприємств

№ варіанта	Найменування підприємства	Норма $q_{пит}$, м^3 на 1 продукції		Продуктивність підприємства $П$, т/д	К-ть робітників, всього	Кількість робітників в максимальну зміну
		водоспоживання	водовідведення			
1	Канатний завод	2,0	2,0	1650	2100	850
2	Виробництво болтів і заклепок	1,25	1,1	55	1150	445
3	М’ясокомбінат	10,0	10,0	110	2800	1050
4	Ковбасна фабрика	6,0	6,0	100	2500	950
5	Завод м’ясних консервів	9,0	9,0	1800	2250	955

Таблиця 5.4 – Вихідні дані для розрахунків витрат води на пожежогасіння

№ варіанта	Розрахункова витрата води на внутрішнє пожежогасіння для населених пунктів $q'_{пож}$, м^3/с	Кіль-кість мешкан ців N, тис. чол.	Розрахункова витрата води на внутрішнє пожежогасіння для промислових будівель $q'_{пож}$, м^3/с	Об'єм проми-слових будівель, тис. м^3	Ступінь вогнестійкості та категорія приміщення по пожежній небезпеці
1	9	1	13	2	V, В
2	10	5	15	4	IV, В
3	14	25	19	15	IV, Д
4	20	50	22	25	III, В
5	21	100	24	55	III, Г

Варіанти обираються відповідно до списку групи у алфавітному порядку.

<u>Хід роботи:</u>

Використовуючи вихідні дані свого варіанта:

1. Обчислити розрахункові витрати води для промислових підприємств, використовуючи формули (5.1)-(5.5) згідно з вихідними даними свого варіанта (табл. 5.3).

В ході розрахунків витрат води на господарсько-питні потреби підприємства умовно вважати, що у холодних цехах зайняті 80% від загальної кількості працюючих, а в гарячих цехах – 20%; при розрахунках витрат води на душ вважати, що кількість працюючих, які користуються душами, становить 30% від загального числа працюючих з розподілом за цехами: у холодних цехах – 10%, у гарячих цехах – 20%.

2. Усі розраховані витрати води необхідно звести до загальної таблиці (табл. 5.5).

3. Результати табл. 5.5 представити графічно у вигляді кругової діаграми.

4. Роботу оформити відповідно до прикладу.

5. Відповісти на контрольні питання.

Таблиця 5.5 – Таблиця витрат води для промислових підприємств та пожежогасіння

№	Вид витрати води	$Q_{доб.}$max, м^3/д	$Q_{год}$.mid, м^3/год	$Q_{год}$.max, м^3/год	$Q_{с}$.max, м^3/с
1	Витрати води для промисловості				
2	Витрати води на пожежогасіння				
	РАЗОМ				

Приклад розрахунків

Вихідні дані

Таблиця 1 – Вихідні дані для розрахунків витрат води та стічних вод для промислових підприємств

№ варіанта	Найменування підприємства	Норма $q_{пит}$, м^3 на 1 продукції		Продуктивність підприємства $П$, т/д	Кількість робітників, всього	Кількість робітників в максимальну зміну
		водоспоживання	водовідведення			
X	Лиття для насосів, засувок	2,5	2,3	1850	2250	940

Таблиця 2 Вихідні дані для розрахунків витрат води на пожежогасіння

№ варіанта	Розрахункова витрата води на внутрішнє пожежогасіння для населених пунктів $q'_{пож}$м^3/с	Кількість мешканців N, тис. чол.	Розрахункова витрата води на внутрішнє пожежогасіння для промислових будівель $q'_{пож}$м^3/с	Об'єм промислових будівель, тис. м^3	Ступінь вогнестійкості та категорія приміщення по пожежній небезпеці
	12	10	17	10	V, Г

1. За (5.1-5.5) обчислюємо розрахункові витрати води для промислових підприємств

Спочатку розраховуємо кількість людей працюючих в гарячих та холодних цехах:

- у холодних цехах зайняті 80% від 2250 чол. = *1800 чоловік;*
- в гарячих цехах – 20% від 2250 чол = *450 чоловік;*
- кількість працюючих, які користуються душами, становить 30% від 2250 чол. = *675 чоловік*: у холодних цехах – 10% від 675 чол. ≈ *68 чоловік*; у гарячих цехах – 20% від 675чол. = *135 чоловік*.

На господарсько-питні потреби підприємства:

$$Q_{год.\text{mid}} = (0{,}045 \cdot 450 + 0{,}025 \cdot 1800)/24 = 2{,}72 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_{год.\max} = (0{,}045 \cdot 450 \cdot 2{,}5 + 0{,}025 \cdot 1800 \cdot 3)/8 = 23{,}2 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_{с.\max} = 23{,}2/3{,}6 = 6{,}45 \text{ м}^3/\text{с}$$

на побутові витрати води на підприємстві:

$$Q_{зм} = 0{,}06*135 + 0{,}04*68 = 10{,}82 \text{ м}^3$$

$$Q_{год.\max} = 10{,}82/0{,}75 = 14{,}4 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_{с.\max} = 14{,}4/3{,}6 = 4{,}0 \text{ м}^3/\text{с}.$$

на виробничі потреби підприємства:

$$Q_{доб.\max} = 1850 \cdot 2{,}4 = 4440 \text{ м}^3/\text{д};$$

$$Q_{год.\max} = 4440/24 = 185 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$Q_{с.\max} = 185/3{,}6 = 51{,}39 \text{ м}^3/\text{с}.$$

разом витрати води на промислових підприємствах:

$$Q_{доб\ max} = 4440 \text{ м}^3/\text{д};$$

$$Q_{годmax} = 23{,}2 + 14{,}4 + 185 = 222{,}6 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_{стax} = 6{,}45 + 4 + 51{,}39 = 15{,}58 \text{ м}^3/\text{с}.$$

2. За (5.6-5.10) обчислюємо розрахункові витрати води на гасіння пожеж

$q_{пож}$ – розрахункова витрата води на пожежогасіння 1 зовнішньої пожежі для НП = 15 (поверховість забудови, понад 6 за ПР № 4)

$$Q_{пож.\max} = 15\ 2+12 = 42\ м^3/с – для НП$$

$$Q_{пож.\max} = 20\ 2+17 = 57\ м^3/с – для ПП$$

$$Q'_{пож} = 10{,}8*42 = 453{,}6\ м^3 – для НП$$

$$Q'_{пож} = 10{,}8*57 = 4899\ м^3 – для ПП$$

$$Q_{пож} = 453{,}6+0{,}5\cdot 4899 = 2903\ м^3$$

$$Q_{год пож} = 2903/3 = 967{,}7\ м^3/год;$$

$$Q_{с.пож} = 967{,}7/3{,}6 = 268{,}8\ м^3/с$$

$$Q_{доб\ max} = 967{,}7*24 = 23225\ м^3/д$$

3. Усі розраховані витрати води зводимо до загальної таблиці

Таблиця 3. Таблиця витрат води для промислових підприємств та пожежогасіння

№	Вид витрати води	$Q_{доб\ max}$, $м^3/д$	$Q_{годmax}$ $м^3/год$	$Q_{стax}$ $м^3/с$
1	Витрати вод для промисловості	*4440*	*222,6*	*15,58*
2	Витрати води на пожежогасіння	*23225*	*967,7*	*268,8*
Разом		***27665***	***1190***	***284***

4. Результати табл. 5.4 представити графічно у вигляді кругової діаграми.

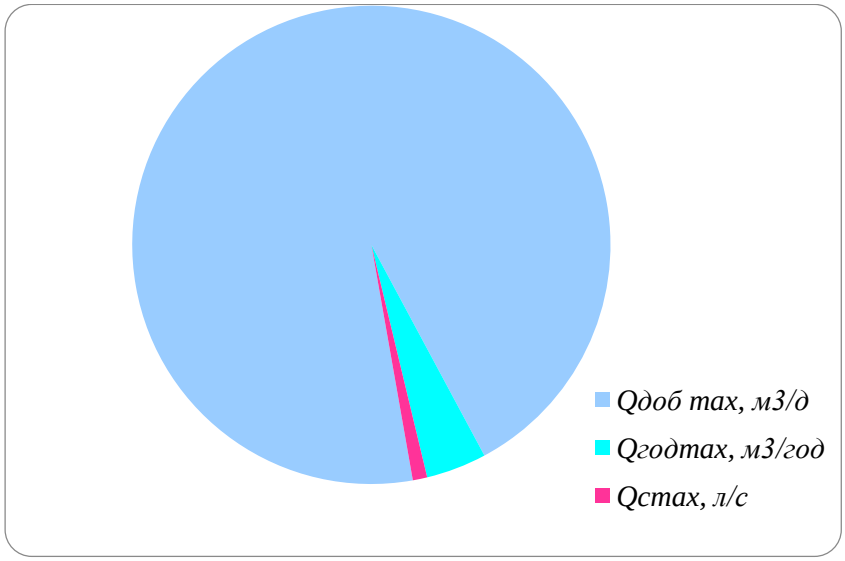

Рис 1. Діаграма витрат води для промислових підприємств та пожежогасіння

Контрольні питання

1. Що таке норма водоспоживання?
2. Коли враховуються витрати води на гасіння пожеж?
3. Чому дорівнює розрахункова тривалість гасіння пожежі?
4. Від чого залежать питомі витрати води на промислові потреби підприємств?
5. З чого складаються витрати води для промислових підприємств?
6. Яким чином мають прийматися розрахункові максимальна погодинна і секундна витрати води в розрізі доби?
7. За якими даними повинна визначатися витрата води на виробничі потреби підприємства?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6
«ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ СТІЧНИХ ВОД ВІД НАСЕЛЕННЯ МІСТА»

Мета роботи: Обчислення витрат стічних вод від населення міста та представлення результатів у вигляді кругової діаграми.

Теоретична частина

6.1 Визначення розрахункових витрат стічних вод.

Для визначення витрат стічних вод необхідні відомості про чисельність населення. Розрахункова кількість мешканців N визначається в залежності від густоти населення даного району (кварталу)

$$N = P \cdot F, \tag{6.1}$$

де F – територія району (кварталу), що каналізується, га;
P – число мешканців, які проживають на 1 га площі району (кварталу) – густота населення, чол./га.

Густота населення в містах та селищах міського типу коливається в

залежності від поверховості забудов від 50 до 700 чоловік на 1 га площі.

Нормою водовідведення називаються витрати стічних вод, м^3/д, на одного мешканця, який користується каналізацією. Норма водовідведення для населених пунктів дорівнює нормі водоспоживання (125-250 м^3/д) і залежить від ступеня благоустрою житла, кліматичних умов, місцевих традицій та інших чинників, що обґрунтовуються розробниками проекту (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 – Норми водовідведення від районів житлової забудови

№ п/п	Ступінь благоустрою районів житлової забудови	Середньодобова (за рік) норма водовідведення на одного мешканця, q_w, м^3/д
1	Забудова будинками, обладнаними внутрішнім водопроводом і каналізацією без ванн	125-160
2	Забудова будинками, обладнаними внутрішнім водопроводом, каналізацією і ваннами з місцевими водонагрівачами	160-230
3	Забудова будинками, обладнаними внутрішнім водопроводом, каналізацією та системою центрального гарячого водопостачання	230-350

Витрати побутових стічних вод залежать від норми водовідведення та числа мешканців, які користуються каналізацією. Стічні води надходять до каналізаційної мережі нерівномірно як в окремі дні, так і в окремі години доби. Нерівномірність їх надходження характеризується ступеневим графіком, аналогічним відповідному графіку водоспоживання.

Розрахункові погодинні та секундні витрати води визначаються за загальним коефіцієнтом нерівномірності припливу стічних вод $K_{год.\max}$, який залежить від середніх витрат побутових стічних вод (табл. 6.2).

Таблиця 6.2 – Залежність коефіцієнта нерівномірності припливу стічних вод $K_{год.\max}$ від середніх витрат побутових стічних вод Q_{mid}

Q_{mid} , м^3/с	5	10	20	50	100	300	500	1000	5000
$K_{год.\max}$	2,5	2,1	1,9	1,7	1,6	1,55	1,5	1,47	1,44
$K_{год.\min}$	0,38	0,45	0,5	0,55	0,59	0,62	0,66	0,69	0,71

Витрати стічних вод від населення міста. Середньодобова витрата стічних вод від населення міст обчислюють за формулою

$$Q_{доб.\text{mid}} = \frac{N \cdot q_w}{10^3}, \tag{6.2}$$

де $Q_{доб.\text{mid}}$ – середньодобова витрата стічних вод від населення міста, м^3/д; q_w – питоме водовідведення, м^3/д на 1 людину (табл. 6.1).

Середня секундна витрата стічних вод дорівнює

$$Q_{c.\text{mid}} = \frac{N \cdot q_w}{24 \cdot 60 \cdot 60}, \tag{6.3}$$

де $Q_{c.\text{mid}}$ – середня секундна витрата стічних вод, м^3/с.

Практична частина

<u>Хід роботи:</u>

Використовуючи вихідні дані свого варіанта:

1. Обчислити витрати стічних вод від населення міста за допомогою формул (6.1)-(6.3) згідно з вхідними даними свого варіанта (табл. 6.3).

2. Усі розраховані витрати стічних вол необхідно звести до загальної таблиці (табл. 6.4).

3. Результати табл. 6.4 представити графічно у вигляді кругової діаграми.

4. Роботу оформити відповідно до прикладу.
5. Відповісти на контрольні питання.

Таблиця 6.4 –Таблиця стічних витрат води від населення міста

№	Характер витрати води	$Q_{доб.}$max м^3/д	$Q_{доб.}$mid м^3/д	$Q_{год.}$mid м^3/год	$Q_{год.}$max м^3/год	$Q_{с.}$max м^3/с
1	Стічні води від населення міста					

Вихідні дані:

Таблиця 6.3 – Вихідні дані для розрахунків витрат води і стічних вод для водопостачання та водовідведення

№ варіанта	Густота населення P, чол./га	Площа F, га			Ступінь благо-устрою	Повер-ховість забудови, понад
		кварталів міста	вулиць і площ	зелених насаджень		
1	350	165,5	3,5	6,8	3	5
2	285	175,0	4,0	7,0	3	6
3	310	180,0	5,0	7,4	3	5
4	408	180,5	3,6	6,9	1	7
5	375	190,0	4,2	7,5	3	6

Варіанти обираються відповідно до списку групи у алфавітному порядку.

Приклад розрахунків

Вихідні дані

Таблиця 1 – Вихідні дані для розрахунків витрат води і стічних вод для водопостачання та водовідведення

№ варіанта	Густота населення P, чол./га	Площа F, га			Ступінь благо-устрою	Повер-ховість забудови, понад
		кварталів міста	вулиць і площ	зелених насаджень		
X	330	175,5	4,5	7,2	2	6

1. За (6.1-6.3) обчислюємо витрати стічних вод від населення міста

Розрахункова кількість мешканців:

$N = 330*175,5=57915$ чол.

Середньодобова витрата стічних вод від населення міст

$Q_{доб.\text{mid}} = (57915*160)/10^3=9266,4$ м^3/д

Середня годинна витрата стічних вод дорівнює

$Q_{год.\text{mid}} = (57915*160)/(24*60)=6435$ м^3/год

Середня секундна витрата стічних вод дорівнює

$Q_{c.\text{mid}} = (57915*160)/(24*60*60) = 107,25$ м^3/с

При $Q_{c.\text{mid}}$ =107,25 м^3/с за табл. 6.2 – $K_{год.\max}$ =1,6

Таким чином:

$Q_{доб.\max} = 9266,4*1,6=14826,24$ м^3/добу

$Q_{год.\max} = 6435*1,6 = 10296$ м^3/год

$Q_{c.\max} = 107,25*1,6 = 171,6$ м^3/с

2. Усі розраховані витрати стічних вод зводимо до загальної таблиці

Таблиця 2 – Таблиця стічних витрат води від населення міста

№	Характер витрати води	$Q_{доб.}$max, м^3/д	$Q_{доб.}$mid, м^3/д	$Q_{год.}$mid, м^3/год	$Q_{год.}$max, м^3/год	$Q_{с.}$max, м^3/с
X	Стічні води від населення міста	*14826,24*	*9266,4*	*6435*	*10296*	*171,6*

3. Результати табл. 2 представляємо графічно у вигляді кругової діаграми.

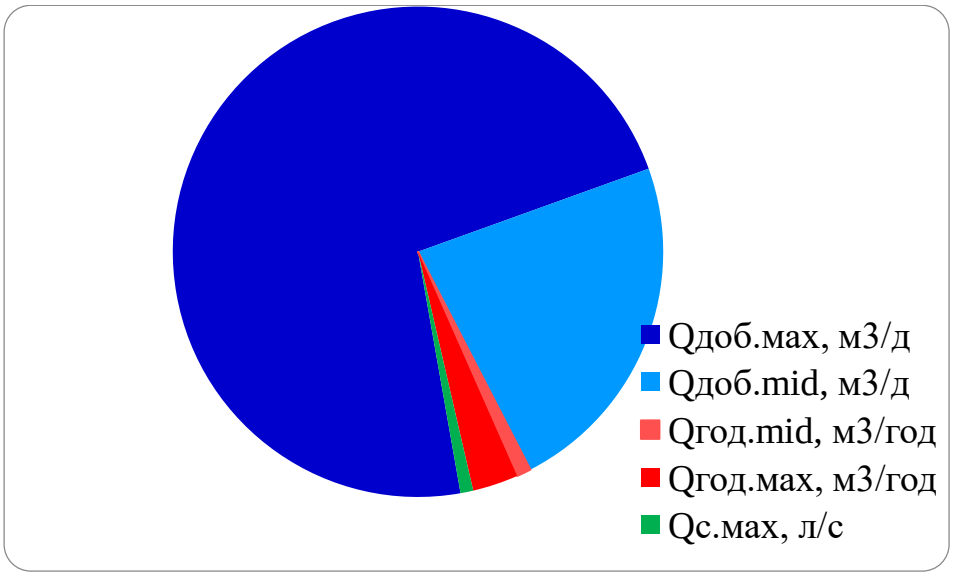

Рис.1. Діаграма стічних витрат води від населення міста

Контрольні питання:

1. Що називається системою водовідведення або каналізування?
2. Що називається нормою водовідведення?
3. Що таке норма водовідведення для населених пунктів?
4. Чому дорівнює норма водовідведення для населених пунктів?
5. Від чого залежить норма водовідведення для населених пунктів?
6. Від чого залежать витрати побутових стічних вод?
7. Яким чином визначаються розрахункові погодинні та секундні витрати води (в населених пунктах)?
8. Від чого залежить коефіцієнт нерівномірності припливу стічних вод?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7
«ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ СТІЧНИХ ВОД ВІД ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ»

Мета роботи: Обчислення витрат виробничих стічних вод від промислових підприємств та представлення результатів у вигляді кругової діаграми.

Теоретична частина

Нормою водовідведення називається кількість стічних вод, м^3, на одиницю продукції, яку випускають підприємства.

Витрати виробничих стічних вод залежать від норми водовідведення виробничих вод та кількості продукції. Для визначення витрат стічних вод необхідні дані про підприємства. При визначенні норм водовідведення промислових стоків користуються даними технологів, а при визначенні норм водовідведення від окремих будинків та будівель спеціального призначення – нормами проектування внутрішнього водопроводу та каналізації. Відведення побутових стічних вод від промислових підприємств враховується окремо за табл. 7.1.

Таблиця 7.1 – Норми водовідведення побутових стічних вод промислових підприємств

№ п/п	Види цехів	Норми водовідведення на одного працюючого за зміну, л	Коефіцієнт погодинної нерівномірності водовідведення $K_{год}$
1	В цехах із значними тепловиділеннями (більше 23,2 Вт/м^3·год)	45	3
2	В інших цехах (холодних)	25	2,5

Витрати стічних вод від промислових підприємств складаються з витрат побутових стічних вод, стічних вод від душових і витрат виробничих стічних

вод.

Визначення витрат побутових стічних вод від підприємств. Середньодобова витрата побутових стічних вод встановлюється за формулою

$$Q_{доб.\text{mid}} = \frac{45 \cdot n_г + 25 \cdot n_x}{10^3}, \tag{7.1}$$

де $Q_{доб.\text{mid}}$ – середня добова витрата побутових стічних вод від підприємства, м^3/д;

$n_г$ і n_x – відповідно кількість працюючих на підприємстві в гарячих і холодних цехах;

45 і 25 – відповідно норми водовідведення на 1 робітника в гарячих і холодних цехах.

Максимальна погодинна витрата стічних вод дорівнює

$$Q_{год.\max} = \frac{45 \cdot n_г \cdot K_г + 25 \cdot n_x \cdot K_x}{t_{зм} \cdot 10^3}, \tag{7.2}$$

де $Q_{год.\max}$ – максимальна погодинна витрата побутових стічних вод, м^3/год;

$K_г$ і K_x – коефіцієнти погодинної нерівномірності відповідно в гарячих і холодних цехах – $K_г$=2,5, K_x=3;

$t_{зм}$ – тривалість робочої зміни, год, ($t_{зм}$=8 год).

Розрахункова секундна витрата стічних вод дорівнює

$$Q_{c.\max} = \frac{45 \cdot n_г \cdot K_г + 25 \cdot n_x \cdot K_x}{t_{зм} \cdot 60 \cdot 60}, \tag{7.3}$$

де $Q_{c.\max}$ – максимальна секундна витрата побутових стічних вод, м^3/с.

Визначення витрат стічних вод від душових на підприємствах. Максимальна витрата стічних вод від душових на підприємстві за зміну приймається рівною максимальній погодинній витраті води на душ і визначається за формулою

$$Q_{год.\max} = \frac{Q_{зм}}{0,75}, \qquad (7.4)$$

де $Q_{зм} = (0,06 \cdot n_г + 0,04 \cdot n_х)$ – об'єми води на душ за зміну у гарячих і холодних цехах, м^3.

0,06 і 0,04 – відповідно норми витрат води на один душ у гарячих і холодних цехах.

Максимальна секундна витрата води визначається за формулою (4.9) практичної роботи №4.

Визначення витрат виробничих стічних вод на підприємствах. Середня добова витрата стічних вод від технологічних процесів визначається за формулою

$$Q_{доб.\mathrm{mid}} = П \cdot q_{пит}, \qquad (7.5)$$

де $Q_{доб.\mathrm{mid}}$ – середня добова витрата стічних вод від технологічних процесів, м^3/д;

$П$ – добова продукція підприємства (табл. 7.2);

$q_{пит}$ – питоме водовідведення на одиницю продукції, м^3 (табл. 7.2).

За відсутності даних про витрати води на виробничі потреби окремими змінами витрати виробничих стічних вод приймаються однаковими протягом усього часу роботи підприємства.

Максимальна погодинна витрата стічних вод при цьому дорівнює

$$Q_{год.\max} = \frac{Q_{доб.\mathrm{mid}}}{t}, \qquad (7.6)$$

де $Q_{год.\max}$ – найбільша погодинна витрата води на виробничі потреби, м^3/год;

t – тривалість роботи підприємства в розрізі доби, год.

Максимальна секундна витрата води на виробничі потреби обчислюється за формулою (4.9) практичної роботи №4.

Практична частина

Вихідні дані:

Таблиця 7.2 – Вихідні дані для розрахунків витрат води та стічних вод для промислових підприємств

№ варіанта	Найменування підприємства	Норма $q_{пит}$, м^3 на 1 продукції		Продуктивність підприємства $П$, т/д	Кількість робітників, всього	Кількість робітників в максимальну зміну
		водоспоживання	Водовідведення			
1	Канатний завод	2,0	2,0	1650	2100	850
2	Виробництво болтів і заклепок	1,25	1,1	55	1150	445
3	М'ясокомбінат	10,0	10,0	110	2800	1050
4	Ковбасна фабрика	6,0	6,0	100	2500	950
5	Завод м'ясних консервів	9,0	9,0	1800	2250	955

Варіанти обираються відповідно до списку групи у алфавітному порядку.

Хід роботи:

Використовуючи вихідні дані свого варіанта:

1. Обчислити витрати виробничих стічних вод від промислових підприємств за формулами (7.1)-(7.6), використовуючи вхідні дані свого варіанта (табл. 7.2).

В ході розрахунків витрат побутових стічних вод від промислових підприємств умовно вважати, що у холодних цехах зайняті 80% від загальної кількості працюючих, а в гарячих цехах – 20%; при розрахунках стічних витрат води від душових вважати, що кількість працюючих, які користуються душами, становить 30% від загальної кількості працюючих з розподілом за цехами: у холодних – 10%, у гарячих – 20% (практична робота №5).

2. Усі розраховані витрати стічних вол необхідно звести до загальної таблиці (табл. 7.3)

3. Результати табл. 7.3 представити графічно у вигляді кругової діаграми.

4. Роботу оформити відповідно до прикладу.

5. Відповісти на контрольні питання.

Таблиця 7.3 – Зведена таблиця стічних витрат води

№	Характер витрати води	$Q_{доб.}$max м^3/д	$Q_{доб.}$mid м^3/д	$Q_{год.}$mid м^3/год	$Q_{год.}$max м^3/год	$Q_{с.}$max м^3/с
1	Стічні води від промислових підприємств					

Приклад розрахунків

Вихідні дані

Таблиця 1 – Вихідні дані для розрахунків витрат води та стічних вод для промислових підприємств

№ варіанта	Найменування підприємства	Норма $q_{пит}$, м^3 на 1 продукції		Продуктивність підприємства $П$, т/д	Кількість робітників, всього	Кількість робітників в максимальну зміну
		водоспоживання	водовідведення			
X	Лиття для насосів, засувок	2,5	2,3	1850	2250	940

1. За (7.1-7.6) обчислюємо витрати виробничих стічних вод від промислових підприємств

кількість людей працюючих в гарячих та холодних цехах:

- у холодних цехах зайняті 80% від 2250 чол. = *1800 чоловік;*
- в гарячих цехах – 20% від 2250 чол = *450 чоловік;*
- кількість працюючих, які користуються душами, становить 30% від 2250 чол. = *675 чоловік*: у холодних цехах – 10% від 675 чол. ≈ *68 чоловік*; у гарячих цехах – 20% від 675чол. = *135 чоловік*.

Середньодобова витрата побутових стічних вод:

$$Q_{доб.\text{mid}} = \frac{45 \cdot 450 + 25 \cdot 1800}{10^3} = 65{,}25 \text{ л/добу}$$

Максимальна погодинна витрата стічних вод:

$$Q_{год.\max} = \frac{45*450*2,5+25*1800*3}{8*10^3} = 23,2 \text{ л/год}$$

Розрахункова секундна витрата стічних вод:

$$Q_{с.\max} = \frac{45*450*2,5+25*1800*3}{8*60*60} = 6,45 \text{ м}^3/\text{с}$$

Максимальна витрата стічних вод
від душових на підприємстві за зміну

$$Q_{зм} = 0,06*68+0,04*135=9,48 \text{ м}^3$$

$$Q_{год.\max} = \frac{9,48}{0,75} = 12,64 \text{ м}^3/\text{год}$$

Максимальна секундна витрата води:

$$Q_{с.\max} = 12,64/3,6 = 3,5 \text{ м}^3/\text{с}$$

Середня добова витрата стічних вод від технологічних процесів:

$$Q_{доб.\mathrm{mid}} = 1850*2,3=4255 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Максимальна погодинна витрата стічних вод:

$$Q_{год.\max} = 4255/8=531,88 \text{ м}^3/\text{год}$$

Максимальна секундна витрата води:

$$Q_{с.\max} = 531,88/3,6=147,7 \text{ м}^3/\text{с}$$

Витрати стічних вод від промислових підприємств складаються з витрат побутових стічних вод, стічних вод від душових і витрат виробничих стічних вод.

$$Q_{год.\max} = 23,2+12,64+531,88=567,7 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_{доб.\max} = 567,7*24 = 13625 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$Q_{с.\max} = 6,45+3,5+147,7=157,7 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$Q_{доб.\mathrm{mid}} = 65,25+4255=4320,25 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$Q_{год.\text{mid}} = 4320{,}25/24 = 180 \text{ м}^3/\text{год}$$

2. Усі розраховані витрати стічних вод зводимо до загальної таблиці

Таблиця 2 – Таблиця виробничих стічних вод від промислових підприємств

	Характер витрати води	$Q_{доб.\max}$ м^3/д	$Q_{доб.\text{mid}}$ м^3/д	$Q_{год.\text{mid}}$ м^3/год	$Q_{год.\max}$ м^3/год	$Q_{с.\max}$ м^3/с
	Стічні води від промислових підприємств	13625	4320	180	568	158

3. Результати табл. 2 представляємо графічно у вигляді кругової діаграми.

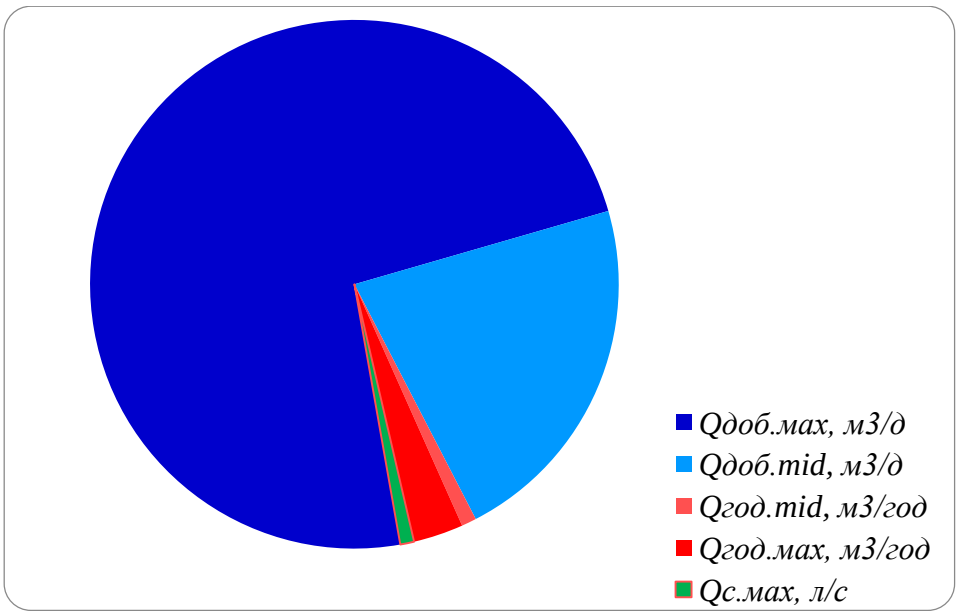

Рис. 1. Діаграма виробничих стічних вод від промислових підприємств

Контрольні питання

1. Що таке норма водовідведення для промислових підприємств?
2. Від чого залежать витрати виробничих стічних вод?
3. З яких витрат складаються витрати стічних вод від промислових підприємств?

4. Яким чином визначаються витрати виробничих стічних вод за відсутності даних про витрати води на виробничі потреби окремими змінами?

5. Для яких категорій споживачів розраховуються норми водовідведення?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №8
«РОЗРАХУНОК РОЗМІРІВ ЗБИТКІВ, ЗАПОДІЯНИХ ВНАСЛІДОК ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ СТІЧНИМИ ВОДАМИ»

Мета роботи: Обчислення збитків, які виникли при перевірці очисних споруд каналізації населеного пункту за умовами, що якість стічних вод після очищення не відповідає затвердженим величинам ГДС та збитків, які виникли внаслідок аварії, що відбулася на каналізаційній насосній станції, відповідно заданим варіантам.

Теоретична частина

Шкода, що заподіяли державі юридичні та фізичні особи внаслідок забруднення вод, підлягає компенсації у повному обсязі, незалежно від плати за забруднення навколишнього природного середовища та погіршення якості природних ресурсів (ст. 69 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища»). Відповідальність настає після встановлення порушення умов водокористування, а саме:

– самовільного водоспоживання, тобто забору води з поверхневих або підземних джерел без дозволу на спеціальне водокористування;

– самовільного скиду зворотних вод з підприємств, суден та об'єктів, для яких не видано дозволи на спеціальне водокористування або не встановлені норми гранично допустимого або тимчасово узгодженого скиду шкідливих речовин;

– перевищення затверджених нормативів і норм скиду забруднювальних речовин (мг/дм^3);

– скид забруднювальних речовин, не зазначених у дозволах на

спеціальне водокористування або нормах ГДС (ТУС), якщо їх концентрація перевищує ГДК;

– самовільний скид зворотних вод, сировини з морських або річкових суден, плавзасобів, надводних або підводних споруд;

– надходження зворотних вод або забруднювальних речовин у поверхневі, підземні й морські води після аварій на насосних станціях, колекторах та інших спорудах, витоку таких вод або речовин внаслідок порушення технологій, техніки безпеки, скид сировини після аварій на нафтопродуктопроводах, нафтотерміналах та ін.;

– вимушеного санкціонованого аварійного скиду, що не передбачалося проектом, але здійснюється з метою запобігання аварійним ситуаціям;

– скиди шкідливих речовин, що призвели до забруднення підземних вод як безпосередньо, так і внаслідок забруднення поверхні землі та зони аерації ґрунтів. Якщо порушення норм водокористування відбулося з незалежних від водокористувача і непередбачених проектом обставин (землетрус або інше стихійне лихо), то він ніякої відповідальності за порушення водоохоронного законодавства не несе.

За встановленим фактом забруднення поверхневих або морських вод збитки визначаються за формулами (8.1)-(8.3). Збитки за наднормативний скид визначаються за формулою

$$З_{над} = V \cdot T \cdot (C_{с.ф.} - C_{д}) \sum_{i=1}^{m} (0{,}003\text{Al} \cdot n) \cdot \delta \cdot 10^{-3}, \qquad (8.1)$$

де $З_{над}$ – збитки за наднормативний скид, грн;

V – витрати зворотних вод, м^3/год;

T – тривалість наднормативного скиду, год;

$C_{с.ф.}$ – середня фактична концентрація забруднювальних речовин в зворотних водах, мг/дм^3;

$C_{д}$ – дозволена для скиду концентрація забруднювальних речовин, визначена під час затвердження ГДС (ТУС), мг/дм^3;

n – величина неоподаткованого мінімуму доходів (НМД) громадян (n=1400000), грн;

δ – коефіцієнт, що враховує категорію водного об’єкта (табл. 8.1);

10^{-3} – коефіцієнт, що враховує розмірність величин;

0,003 – базова ставка відшкодування збитків, у частках неоподаткованого мінімуму доходів громадян, НМД/кг (розрахована як середня вартість знешкодження різних забруднювальних речовин у частках неоподаткованого мінімуму доходів за одиницю маси речовини);

Al – показник відносної небезпечності речовини, що визначається за співвідношенням $1/C_{\text{ГДК}}$, де $C_{\text{ГДК}}$ – гранично допустима концентрація цієї речовини згідно з санітарними правилами і нормами або узагальненим переліком ГДК шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм.

Таблиця 8.1 – Значення коефіцієнтів, що враховують категорію водного об’єкта (δ)

№ п/п	Категорія водного об’єкта	Коефіцієнт δ
1	Морські та поверхневі водні об’єкти комунально-побутового використання	1,0
2	Поверхневі водні об’єкти господарсько-питного водокористування	1,4
3	Поверхневі та морські водні об’єкти рибогосподарського водокористування: II I	 1,6 2,0

У разі скиду речовин, відсутніх у переліку допустимих для скиду, тобто фактична концентрація їх перевищує ГДК, в розрахунковій формулі C_{∂} робиться поправка на ГДК. Якщо відбувається скид речовин, для яких не встановлено рівні ГДК або орієнтовно безпечні рівні впливу (ОБРВ), то показник відносної небезпечності приймається за 100, а для ГДК «відсутність» – 100000. Для завислих речовин показник відносної небезпечності приймається – 0,3, а для підприємств, що експлуатують комунальні системи та каналізацію – 0,1.

Збитки за наднормативний скид комунальними підприємствами відшкодовуються у разі порушення технологічних режимів роботи очисних споруд, передбачених проектом у розмірі, який немає перевищувати 50%

прибутку за послуги каналізації за час порушення природоохоронного законодавства (крім аварійного скиду).

У разі самовільного аварійного та санкціонованого вимушеного скиду стічних вод (крім скиду з водних транспортних засобів) збитки визначаються за формулою

$$З_{ав.} = V \cdot T \cdot C_{с.ф.} \sum_{i=1}^{m} (0{,}003\text{Al} \cdot n) \cdot \delta \cdot 10^{-3}, \qquad (8.2)$$

де $З_{ав.}$ – збитки за наднормативний скид, грн.

За аварійний скид стічних вод комунальними підприємствами збитки відшкодовуються у розмірі, що не перевищують 50% річного прибутку за послуги каналізації.

Практична частина

Вихідні дані:

Таблиця 8.2 – Вихідні дані для розрахунків збитків

Al (органічні речовини)=0,3 мгO_2/дм^3

Al (завислі речовини)=0,1 мг/дм^3

Al (нафтопродукти)=20 мг/дм^3

№ варіанта	Витрати зворотних вод V, м^3/д	Тривалість наднормованого скиду T, д	Середня фактична концентрація забруднювальних речовин в зворотних водах $C_{с.ф.}$, мг/дм^3		
			органічні речовини, мгO_2/дм^3	завислі речовини, мг/дм^3	нафтопродукти, мг/дм^3
1	12000	20	30	69,7	4,7
2	13000	25	104	23,4	8,8
3	15000	35	13	23,5	7,1
4	17000	40	23	54,9	4,3
5	20000	55	35	12,9	2,3

Варіанти обираються відповідно до списку групи у алфавітному порядку.

Хід роботи:

Використовуючи вихідні дані свого варіанта:

1. Розрахувати за формулою (8.1) та табл. 8.2 збитки, які виникли, коли при перевірці очисних споруд каналізації населеного пункту було встановлено, що якість стічних вод після очищення не відповідає затвердженим величинам ГДС. Дозволена для скиду у водний об'єкт рибогосподарського користування II категорії концентрація (C_{∂}) органічних речовин становить 10 мгO_2/дм^3, завислих речовин – 20 мг/дм^3, нафтопродуктів – 2,0 мг/дм^3.

2. Розрахувати за допомогою залежності (8.2) заподіяні збитки внаслідок аварії, що відбулася на каналізаційній насосній станції, в результаті якої у водний об'єкт рибогосподарського користування I категорії скидалися стічні води місцевої каналізації.

3. Роботу оформити відповідно до прикладу.

4. Відповісти на контрольні питання.

Приклад розрахунків

Вихідні дані

Таблиця 1 – Вихідні дані для розрахунків збитків

№ варіанта	Витрати зворотних вод V, м^3/д	Тривалість над-нормованого скиду T, д	Середня фактична концентрація забруднювальних речовин в зворотних водах $C_{с.ф.}$, мг/дм^3		
			органічні речовини, мгO_2/дм^3	завислі речовини, мг/дм^3	нафто-продукти, мг/дм^3
X	10000	10	110	68,7	7,9

1. За формулою (8.1) та табл. 8.2 розраховуємо збитки, які виникли, коли при перевірці очисних споруд каналізації населеного пункту було встановлено, що якість стічних вод після очищення не відповідає затвердженим величинам ГДС.

$$З_{над} = 10000*10(110-10)\ \Sigma(0{,}003*0{,}3*1400000)*1{,}6*10^{-3} =$$

$$=10^6 *1260m*\ 1{,}6*10^{-3} = 2{,}016m*10^6 \text{ грн} – \textbf{для органічних речовин}$$

$З_{над}$ =10000*10(68,7-20) Σ(0,003*0,1*1400000)*1,6*10^{-3} =
=4,87*10^6*420m*1,6*10^{-3}= 3,27m*10^6грн – **для завислих речовин**

$З_{над}$ = 10000*10(7,9-2,0) Σ(0,003*20*1400000)*1,6*10^{-3} =
=0,56*10^6 *84000m*1,6*10^{-3}= 75,26m*10^6 грн – **для нафтопродуктів**

2. За (8.2) розраховуємо заподіяні збитки внаслідок аварії, що відбулася на каналізаційній насосній станції, в результаті якої у водний об'єкт рибогосподарського користування I категорії скидалися стічні води місцевої каналізації

$З_{над}$ =10000*10*110Σ(0,003*0,3*1400000)*2*10^{-3} =
=11*10^6 *1260m* 2*10^{-3}= 27,72m*10^6 грн – **для органічних речовин**

$З_{над}$ =10000*10*68,7 Σ(0,003*0,1*1400000)*2*10^{-3} =
=6,87*10^6*420m*2*10^{-3}= 5,77m*10^6 грн – **для завислих речовин**

$З_{над}$ = 10000*10*7,9 Σ(0,003*20*1400000)*2*10^{-3} =
=7,9*10^6 *84000m*2*10^{-3}= 1327,2m*10^6 грн – **для нафтопродуктів**

Контрольні питання

1. Які порушення умов водокористування Ви знаєте?
2. У якому обсязі компенсується шкода, яку заподіяли державі юридичні та фізичні особи внаслідок забруднення вод?
3. За яким співвідношенням визначається показник відносної небезпечності речовини (Al)?
4. Яким приймається показник відносної небезпечності, якщо відбувається скид речовин, для яких не встановлено рівні ГДК?
5. У якому розмірі повинні відшкодовуватися збитки за наднормативний скид стічних вод комунальними підприємствами?
6. Яким чином визначаються збитки у разі самовільного аварійного та санкціонованого вимушеного скиду зворотних вод?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №9
«РОЗРАХУНОК РОЗМІРІВ ЗБИТКІВ, ЗАПОДІЯНИХ ВНАСЛІДОК ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ СИРОВИНОЮ ТА СМІТТЯМ»

Мета роботи: Обчислення збитків за аварійний залповий скид з судна дизельного палива в акваторію моря та збитків від забруднення поверхневого водного об'єкта комунально-побутового використання дрібним сміттям.

Теоретична частина

Збитки за аварійний скид сировини або речовин у чистому вигляді (нафтопродуктів, фенолів тощо) визначаються за формулою

$$З_a = 0{,}003M \cdot \mathrm{Al} \cdot n \cdot \delta, \qquad (9.1)$$

де $З_a$ – збитки за аварійний скид сировини або речовин у чистому вигляді, грн;
M – маса скинутої забруднювальної сировини, кг;

Розрахунок збитків за забруднення водного об'єкта сміттям визначається за формулою

$$З_c = (0{,}17m \cdot K_x) \cdot \mathrm{Al} \cdot n + T \cdot n \cdot 0{,}1, \qquad (9.2)$$

де $З_c$ – збитки за забруднення водного об'єкта сміттям, грн;
0,17 – вартість перевезення та утилізації сміття, НМД-одиниць;
m – маса сміття, т;
K_x – коефіцієнт, що характеризує ступінь забруднення поверхні води сміттям (табл. 9.1);
Al – показник небезпечності сміття (визначається за співвідношенням: $1/C_{\text{ГДК}}$ найнебезпечнішої забруднювальної речовини, яка була виявлена у складі скинутого сміття);
T – тривалість роботи спецсуден під час збирання сміття, год;
0,1 – вартість однієї години роботи спецсудна, НДМ-одиниць.

Таблиця 9.1 – Визначення коефіцієнтів K_x, що характеризують ступінь забруднення поверхні води сміттям

№ п/п	Зовнішній вигляд поверхні води	Розмір коефіцієнта K_x
1	Чиста водна поверхня, на відкритій акваторії площею 100 м^2 є окремі невеликі плями дрібного сміття загальною площею не більше 0,01 м^2.	1
2	На площі 100 м^2 відкритої акваторії є окремі невеликі плями дрібного сміття загальною площею не більше 1 м^2, окремі предмети з розмірами у будь-якому напрямку не більше 25 см.	2
3	На площі 100 м^2 відкритої акваторії є окремі невеликі плями дрібного сміття площею не більше 2 м^2, окремі предмети з розмірами у будь-якому напрямку не більше 50 см.	3
4	На площі 100 м^2 відкритої акваторії є плями сміття загальною площею до 5 м^2, окремі предмети з розмірами, не більше 1 м, скупчення сміття в кутах, тупиках і у навітряній стороні причалу при ширині забрудненої смуги до 0,5 м.	4
5	На площі 100 м^2 відкритої акваторії є скупчення сміття загальною площею до 10 м^2, значна кількість предметів з розмірами до 1,5 м, скупчення сміття в кутах, тупиках і у навітряній стороні причалу при ширині забрудненої смуги до 1 м.	5
6	На площі 100 м^2 відкритої акваторії є окремі невеликі плями дрібного сміття загальною площею більше 10 м^2. Крупні предмети з розмірами більш 1,5м, скупчення сміття в кутах, тупиках і навітряній стороні причалу при ширині забрудненої смуги до 0,5м.	6

Сміття збирається судном-сміттєзбірником або визначається як добуток множення забрудненої площі S на середню масу $W_{сер}$ з 1 м^2, зібраного в трьох різних місцях забрудненої акваторії на однаковій відстані від її центра – ΔW_1, ΔW_2, ΔW_3, за формулою

$$m = S \cdot W_{сер}, \tag{9.3}$$

де $W_{сер} = (\Delta W_1 + \Delta W_2 + \Delta W_3)/3$ – середня маса, кг;

S – площа водної поверхні, забрудненої сміттям, м^2.

Загальна сума збитків за одночасне забруднення водного об'єкта кількома забруднювальними речовинами (але однією юридичною чи фізичною особою) визначається додаванням до найбільшої з усіх розрахованих величин суми збитків для інших забруднювальних речовин, помноженої на коефіцієнт 0,15. У разі залпового скиду, який призвів до забруднення водного об'єкта в контрольному створі до 50 і більше ГДК, розрахована сума збитків помножується на коефіцієнт 10.

У разі вжиття заходів для ліквідації наслідків забруднення сума збитків зменшується в залежності від кількості зібраної або знешкодженої забруднювальної речовини і загальної тривалості ліквідації наслідків забруднення. Сума збитків у цьому разі визначається за формулою

$$З_з = З_{п.с.} \cdot \left(1 - \sum(\Delta m_i / m) \cdot K_{зі}\right), \tag{9.4}$$

де $З_з$ – зменшена сума збитків, грн;

$З_{п.с.}$ – початкова сума збитків, грн;

Δm_i – маса зібраної забруднювальної речовини за кожен відрізок часу ліквідації, т;

m – маса скинутої забруднювальної речовини, т;

$K_{зі}$ – коефіцієнт зменшення збитків в залежності від тривалості ліквідації наслідків забруднення.

Практична частина

Вихідні дані:

Таблиця 9.2 – Вихідні дані для розрахунків збитків від забруднення сировиною та сміттям

№ варіанта	Маса скинутих нафтопродуктів M, кг	Термін роботи судна T, год	Площа водної поверхні S, м^2	Маса сміття W з 1 м^2, кг		
				ΔW_1	ΔW_2	ΔW_3
1	320	3	111	5,6	5,8	5,9
2	510	6	146	3,1	3,8	3,5
3	360	5	213	1,6	1,0	1,1
4	210	4	107	4,9	4,4	4,4
5	490	7	207	3,8	3,7	3,5

Варіанти обираються відповідно до списку групи у алфавітному порядку.

Хід роботи:

Використовуючи вихідні дані свого варіанта:

1. За формулою (9.1), використовуючи вхідні дані свого варіанта (табл.9.2), обчислити збитки за аварійний залповий скид з судна дизельного палива в акваторію моря – об’єкт рибогосподарського водокористування I категорії.

2. Використовуючи вхідні дані свого варіанта (табл. 9.2), за допомогою формул (9.2), (9.3) обчислити збитки від забруднення поверхневого водного об’єкта комунально-побутового використання дрібним сміттям, яке розташовується на акваторії окремими невеликими плямами площею не більше 2 м^2, та у складі якого найнебезпечнішим забруднювачем є органічна речовина.

Приклад розрахунків

Вихідні дані

Таблиця 1 – Вихідні дані для розрахунків збитків від забруднення сировиною та сміттям

№ варіанта	Маса скинутих нафтопродуктів M, кг	Термін роботи судна T, год	Площа водної поверхні S, м^2	Маса сміття W з 1 м^2, кг		
				ΔW_1	ΔW_2	ΔW_3
X	210	2	89	4,5	4,3	4,1

1. За формулою (9.1) обчислюємо збитки за аварійний залповий скид з судна дизельного палива в акваторію моря – об'єкт рибогосподарського водокористування I категорії

$$З_а = 0{,}003*210*20*1400000*2 = 35{,}28*10^6 \text{ грн}$$

2. За допомогою формул (9.2), (9.3) обчислюємо збитки від забруднення поверхневого водного об'єкта комунально-побутового використання дрібним сміттям, яке розташовується на акваторії окремими невеликими плямами площею не більше 2 м^2, та у складі якого найнебезпечнішим забруднювачем є органічна речовина

$$m = W_{сер}*2 = 9$$

$$З_с = (0{,}17*8{,}6*3)*0{,}3*1400000+2*1400000*0{,}1 = 2{,}122*10^6 \text{ грн};$$

Контрольні питання

1. Яким чином визначається загальна сума збитків за одночасне забруднення водного об'єкта кількома забруднювальними речовинами (але однією юридичною чи фізичною особою)?

2. Чому дорівнює коефіцієнт при розрахунку загальної суми збитків за

одночасне забруднення водного об’єкта кількома забруднювальними речовинами?

3. Чому дорівнює коефіцієнт при розрахунку загальної суми збитків у разі залпового скиду, який призвів до забруднення водного об’єкта в контрольному створі до 50 і більше ГДК?

4. Як обчислюється сума збитків, заподіяних внаслідок забруднення води, у разі вжиття заходів для ліквідації наслідків забруднення?

5. Як обчислюється загальна сума збитків за умови одночасного забруднення водного об’єкта кількома забруднювальними речовинами однією юридичною або фізичною особою?

6. Назвіть основні складові формули для розрахунків збитків за скид зворотних вод з водних транспортних засобів, за аварійний скид нафтопродуктів та сміття

7. В залежності від чого зменшується сума збитків у разі вжиття заходів для ліквідації наслідків забруднення?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №10
«ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРИ ВОДОГОСПОДАРСЬКИХ ОБ’ЄКТІВ І СИСТЕМ»

Мета роботи: Обчислення коефіцієнту порівняльної економічної ефективності, терміну окупності капітальних вкладень та мінімуму приведених затрат й визначення найбільш економічно ефективного обґрунтування структури водогосподарських об’єктів з порівнювальних варіантів.

Теоретична частина

Структура (склад учасників) водогосподарських систем (ВГС) і об’єктів має бути оптимальною, тобто найкращою з можливих варіантів. Її обґрунтування зводиться до вибору варіанта, для якого народногосподарські затрати будуть найменшими. Для визначення оптимальної структури необхідно послідовно порівнювати між собою варіанти ВГС за наявності та за

відсутності кожного учасника. Якщо будь-яка галузь вилучається зі складу учасників ВГС або комплексних гідровузлів, то відповідна продукція в такому самому обсязі і такій самій якості має бути одержана альтернативним шляхом.

Методичною основою для вибору оптимального варіанта з альтернативно можливих є метод порівняльної економічної ефективності. Зазвичай використовують два основні способи визначення порівняльної економічної ефективності: попарне порівняння варіантів і визначення мінімуму приведених затрат для варіантів, що порівнюються.

Попарне порівняння варіантів виконується шляхом обчислення коефіцієнтів порівняльної економічної ефективності та термінів окупності капітальних вкладень за такими формулами

$$E = \frac{C_2 - C_1}{K_1 - K_2}; \tag{10.1}$$

$$T = \frac{K_1 - K_2}{C_2 - C_1}, \tag{10.2}$$

де E – коефіцієнт порівняльної економічної ефективності капітальних вкладень;

C_1 і C_2 – собівартість річної продукції або річні витрати, млн грн;

K_1 і K_2 – капітальні вкладення для порівнюваних варіантів, млн грн;

T – термін окупності додаткових капітальних вкладень.

Ці два показники порівнюються з нормативними, які визначаються у відповідності зі спеціальною типовою методикою визначення ефективності капітальних вкладень і галузевими інструкціями.

Для всього господарства України нормативний коефіцієнт порівняльної економічної ефективності капітальних вкладень становить 0,12. Для окремих галузей, залежно від деяких специфічних умов, допускаються відхилення значень нормативних коефіцієнтів в межах 0,10-0,33, при цьому термін окупності капітальних вкладень становить від 10 до 3 років при середньому – 8 років. Значення коефіцієнтів порівняльної економічної ефективності для об’єктів і галузей водного господарства такі: комплексні гідровузли – 0,10; гідроенергетика – 0,12; водний транспорт – 0,10-0,15; зрошення – 0,17-0,33;

обводнення – 0,20-0,30; осушення – 0,11-0,25; водопровід і каналізація – 0,10-0,14, рибне господарство – 0,17.

З двох порівнюваних варіантів обирається той, у якого коефіцієнт порівняльної економічної ефективності не менше нормативного, а додаткові капітальні вкладення окуповуються за менший (але не більший нормативного) термін.

Якщо при порівнянні двох варіантів коефіцієнт порівняльної економічної ефективності менший за нормативний, то економічнішим буде другий варіант. При однакових коефіцієнтах обидва варіанти однаково ефективні. Якщо за одним з двох варіантів капітальні вкладення і річні витрати виявляються меншими, визначати E і T недоцільно, тому що переваги такого варіанта очевидні і без розрахунків.

Якщо необхідно порівняти не два, а три і більше варіантів, то попарно порівнюють усі варіанти доти, поки не залишаються два кращих, з яких тим самим способом обирають найекономічніший.

У разі попарного порівняння варіантів з'ясовують лише переваги одного з них у кожній парі, а за результатами попарного порівняння виявляється один, найекономічніший. Проте за результатами порівняння не можна встановити місце, яке займає кожен з варіантів за рівнем порівняльної ефективності. Це завдання можна вирішити при зіставленні варіантів за приведеними затратами.

Приведені затрати – це сума поточних затрат (собівартості) і капітальних вкладень, приведених до нормативного терміну окупності або до одного року. Найекономічнішим визнається варіант з найменшими приведеними затратами, які визначаються за формулами:

– при приведенні затрат до одного року

–

$$C_i + E_н \cdot K_i = мінімум; \qquad (10.3)$$

– при приведенні затрат до нормативного терміну

–

$$K_i + T_н \cdot C_i = мінімум\ , \qquad (10.4)$$

де C_i – поточні затрати (собівартість) кожного варіанта, млн грн;

$E_н$ – нормативний коефіцієнт порівняльної економічної ефективності;

K_i – капітальні вкладення кожного з варіантів, млн грн;

$T_н$ – нормативний термін окупності додаткових капітальних вкладень.

Визначення порівняльної економічної ефективності необхідне також при зіставленні варіантів господарських або технічних рішень, виборі варіантів розміщення підприємств та їх комплексів, при порівняльній оцінці виробництва однієї і тієї самої продукції в різних районах або різних видів взаємозамінної продукції, при виборі варіантів нового будівництва, при реконструкції діючих підприємств тощо.

Необхідно враховувати, що показники порівняльної економічної ефективності не можуть бути підставою для вирішення питання про доцільність проведення відповідного заходу. Їх використання передбачає, що питання про рентабельність даного будівництва вже вирішене, або воно має здійснюватися незалежно від показників рентабельності, або є частиною вже запланованої сукупності робіт. Визначення порівняльної економічної ефективності дає відповідь лише на питання про спосіб, за яким вигідніше вирішувати певне завдання. Якщо, наприклад, визнано, що доцільніше зрошувати будь-який масив земель і для цього необхідно побудувати греблю на річці, то лишається лише вирішити питання про порівняльну економічну ефективність можливих її варіантів (бетонна, земляна, з кам'яної накидки, арочна, гравітаційна та ін.), щоб обрати кращий.

Практична частина

Вихідні дані:

Таблиця 10.1 – Вихідні дані для розрахунку порівняльної економічної ефективності способом попарного порівняння

№	Галузі водного господарства	Річні витрати C_1, млн грн	Річні витрати C_2, млн грн	Капітальні вкладення K_1, млн грн	Капітальні вкладення K_2, млн грн
1	Зрошення	2,2	2,9	8,2	6,3
2	Обводнення	1,9	1,1	0,7	2,1
3	Осушення	4,2	3,9	8	10
4	Водопровід і каналізація	3,6	2,7	7,5	8,7
5	Рибне господарство	4,1	3,1	2	4

Таблиця 10.2 – Вихідні дані для розрахунку порівняльної економічної ефективності на мінімум приведених затрат

№ варіанта	Галузі водного господарства	Нормативний коефіцієнт порівняльної економічної ефективності $E_н$	Поточні затрати кожного варіанта C_i, млн грн		Капітальні вкладення кожного варіанта K_i, млн грн	
			C_1	C_2	K_1	K_2
1	Зрошення	0,17	1,197	1,032	5,0	4,7
2	Обводнення	0,20	0,287	0,698	6,0	7,0
3	Осушення	0,25	2,111	2,006	7,0	3,3
4	Водопровід і каналізація	0,14	0,327	0,162	8,0	7,4
5	Рибне господарство	0,17	1,943	2,156	9,0	8,2

Варіанти обираються відповідно до списку групи у алфавітному порядку.

<u>Хід роботи:</u>

Використовуючи вихідні дані свого варіанта:

1. Необхідно, використовуючи вхідні дані свого варіанта (табл. 10.1) і спосіб попарного порівняння, обчислити коефіцієнт порівняльної економічної ефективності та термін окупності капітальних вкладень за формулами (10.1-10.2).
2. Необхідно, використовуючи вхідні дані свого варіанта (табл. 10.2) і спосіб попарного порівняння, обчислити мінімум приведених затрат за формулою (10.3) й вирішити, який з порівнюваних варіантів обґрунтування структури водогосподарських об’єктів є найбільш економічно ефективним.

Приклад розрахунків

Вихідні дані

Таблиця 1 – Вихідні дані для розрахунку порівняльної економічної ефективності способом попарного порівняння

№ варіанта	Галузі водного господарства	Річні витрати C_1 млн.грн	Річні витрати C_2 млн.грн	Капітальні вкладення K_1, млн.грн	Капітальні вкладення K_2, млн грн
Х	Водний транспорт	3	3,7	8,4	3,4

Таблиця 2 – Вихідні дані для розрахунку порівняльної економічної ефективності на мінімум приведених затрат

№ варіанта	Галузі водного господар-ства	Нормативний коефіцієнт порівняльної економічної ефективності $E_н$	Поточні затрати кожного варіанта C_i, млн.грн		Капітальні вкладення кожного варіанта K_i, млн.грн	
			C_1	C_2	K_1	K_2
X	Водний транспорт	0,11	0,775	0,321	4,0	1,6

1. За формулами (10.1-10.2) і табл. 10.1 обчислюємо коефіцієнт порівняльної економічної ефективності та термін окупності капітальних вкладень

Коефіцієнт порівняльної економічної ефективності:

E = (3,7-3)/(8,4-3,4) = 0,14

Термін окупності капітальних вкладень:

T = (8,4-3,4)/(3,7-3) = 7,14

Для всього господарства України нормативні коефіцієнти порівняльної економічної ефективності для об’єктів і галузей водного транспорту 0,10-0,15 при терміні окупності капітальних вкладень становить від 10 до 3 років при середньому – 8 років. При порівнянні розрахованого коефіцієнту порівняльної економічної ефективності – 0,14 та терміну окупності капітальних вкладень – 7,14 з нормативними коефіцієнтами, визначено, що вони знаходяться в межах норми та є економічно ефективними.

2. За формулою (10.2-10.3) і табл. 10.2 обчислюємо мінімум приведених затрат і вирішити, який з порівнюваних варіантів обґрунтування структури водогосподарських об’єктів є найбільш економічно ефективним

Мінімум приведених затрат

– при приведенні затрат до одного року

0,775+0,11*4 = 1,22 – мінімум для 1 го варіанту

0,321+0,11*1,6= 0,4 – мінімум для 2-го варіанту

– при приведенні затрат до нормативного терміну

4+8*0,775 = 10,2 – мінімум для 1 го варіанту

1,6+8*0,321 = 3,13 – мінімум для 2-го варіанту

З двох порівнюваних варіантів найбільш економічно ефективним є 2 варіант, оскільки найекономічнішим визнається варіант з найменшими приведеними затратами.

Контрольні питання

1. Який метод є методичною основою для вибору оптимального варіанта структури водогосподарських систем (ВГС)?
2. Які є основні способи визначення порівняльної економічної ефективності?
3. Яким чином виконується попарне порівняння варіантів?
4. Чому дорівнює нормативний коефіцієнт порівняльної економічної ефективності капітальних вкладень для всього господарства України?
5. Якщо при порівнянні двох варіантів коефіцієнт порівняльної економічної ефективності менший за нормативний, то більш економічним буде…
6. Яким чином порівнюються три і більше варіантів?
7. Яким чином порівнюються попарні порівняння варіантів?
8. Що таке приведені затрати?
9. Який варіант приведених затрат визнається найекономічнішим?
10. У яких випадках необхідне визначення порівняльної економічної ефективності?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 11
«ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КАПІТАЛЬНИХ ВКЛАДЕНЬ»

Мета роботи: Обчислення коефіцієнту загальної економічної ефективності та термін повернення капітальних вкладень й визначення загальної економічної ефективності обраного варіанта структури водогосподарської системи.

Теоретична частина

Метод порівняльної економічної ефективності дає змогу обрати економічно найвигідніший варіант ВГС. Економічну ж ефективність обраного варіанта визначають методом загальної (абсолютної) економічної ефективності, сутність якого полягає в зіставленні величини капітальних вкладень в основні виробничі фонди і на формування оборотних коштів з ефектом, одержаним у результаті цих вкладень.

Показниками загальної (абсолютної) економічної ефективності є:

– коефіцієнт загальної (абсолютної) економічної ефективності (рентабельності), що являє собою відношення одержаного ефекту (прибутку) до капітальних вкладень, які його забезпечили;

– термін повернення (окупності) капітальних вкладень – величина, обернена коефіцієнту загальної ефективності, яка виражається відношенням капітальних вкладень до одержаного ефекту.

Ці показники розраховуються за формулами

$$E_з = \frac{Ц - C_{в.в.}}{K} = \frac{П}{K}; \qquad (11.1)$$

$$T_п = \frac{K}{Ц - C_{в.в.}} = \frac{K}{П}, \qquad (11.2)$$

де $E_з$ – коефіцієнт загальної (абсолютної) економічної ефективності;

$Ц$ – ціна продукції, млн грн;

$C_{в.в.}$ – витрати виробництва;

K – капітальні вкладення, млн грн;

$П$ – прибуток, який визначається за виразом $П = Ц - C_{в.в.}$, млн грн;

$T_п$ – термін повернення (окупності) капітальних вкладень, рік.

Зіставлення їх з нормативними значеннями коефіцієнта загальної ефективності та терміном окупності капітальних вкладень надає можливість виключити неекономічні варіанти і обрати найефективніший, для якого коефіцієнт $E_з$ має бути не нижче за нормативний, а термін окупності $T_п$ – не перевищувати нормативний.

У типовій методиці нормативні величини для коефіцієнта ефективності та термінів окупності не встановлені, їх значення містяться в галузевих інструкціях. У деяких галузях водного господарства коефіцієнт ефективності дорівнює 0,10-0,16, а терміни окупності – 6-10 років, залежно від спеціалізації господарств.

Практична частина

Вихідні дані:

Таблиця 11.1 – Вихідні дані для визначення загальної економічної ефективності капітальних вкладень

№ варіанта	Галузі водного господарства	Ціна продукції *Ц* млн грн	Витрати виробництва $C_{в.в.}$, млн грн	Капітальні вкладення *К* , млн грн
1	Зрошення	2,58	1,297	11,921
2	Обводнення	2,58	2,342	2,145
3	Осушення	2,58	2,133	2,932
4	Водопровід і каналізація	2,58	2,531	0,387
5	Рибне господарство	2,58	1,989	4,133

Варіанти обираються відповідно до списку групи у алфавітному порядку.

Хід роботи:

Використовуючи вихідні дані свого варіанта:

1. За допомогою формул (11.1) і (11.2) обчислити коефіцієнт загальної економічної ефективності та термін повернення капітальних вкладень й визначити загальну економічну ефективність обраного варіанта структури водогосподарської системи.

Приклад розрахунків

Вихідні дані

Таблиця 1 – Вихідні дані для визначення загальної економічної ефективності капітальних вкладень

№ варіанта	Галузі водного господарства	Ціна продукції $Ц$ млн грн	Витрати виробництва $С_{в.в.}$, млн грн	Капітальні вкладення $К$, млн грн
1	Водний транспорт	2,58	1,745	4,798

1. За допомогою (11.1) і (11.2) обчислити коефіцієнт загальної економічної ефективності та термін повернення капітальних вкладень й визначити загальну економічну ефективність обраного варіанта структури водогосподарської системи

Коефіцієнт загальної економічної ефективності

$E_з =$ (2,58-1,745)/4,798= 0,835/4,798 = 0,174

Термін повернення капітальних вкладень

$T_п =$4,798/(2,58-1,745) = 5,746

Висновок: У типовій методиці нормативні величини для коефіцієнта ефективності та термінів окупності не встановлені, їх значення містяться в галузевих інструкціях. У деяких галузях водного господарства коефіцієнт ефективності дорівнює 0,10-0,16, а терміни окупності – 6-10 років, залежно від спеціалізації господарств. Якщо порівнювати отримані коефіцієнти за цими значеннями, то отриманий коефіцієнт Ез = 0,174 і він більший за 0,10-0,16; а термін окупності Тп = 5,746 і він менший за 6-10. Таким чином загальна економічна ефективність обраного варіанта структури водогосподарської системи має загальну економічну ефективність.

Контрольні питання

1. Яким чином визначається економічна ефективність обраного варіанта?

2. У чому полягає сутність методу загальної (абсолютної) економічної ефективності?

3. Які є показники загальної (абсолютної) економічної ефективності? Яким чином вони розраховуються?

4. Що являє собою коефіцієнт загальної (абсолютної) економічної ефективності (рентабельності)?

5. Що таке термін повернення (окупності) капітальних вкладень?

6. Яким чином можна виключити неекономічні варіанти і обрати найефективніший?

7. Від чого залежать коефіцієнт ефективності терміни окупності у деяких галузях водного господарства?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Айрапетян Т. С. Конспект лекцій з дисциплін «Очистка побутових стічних вод» та «Споруди та обладнання водовідведення» (Модуль 2. Очистка стічних вод). Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків: ХНУМГ, 2014. 121 с.
2. Айрапетян Т.С. Конспект лекцій з дисципліни «Технологія очистки промислових стічних вод». Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 73 с.
3. Галла-Бобик С.В. Економіка природокористування: навчально-методичний посібник. Ужгород: Ліра, 2017. 125 с.
4. Горліченко М.Г., Шевченко С.В. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Оцінка, прогнозування і управління якістю вод рибогосподарських водойм». Одеса: ОДЕКУ, 2010 р., 73 с.
5. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: Підручник. – К.: Вища школа, 2005. – 671 с.
6. Захарова М.В. Гідроекологічні основи водного господарства. Збірник методичних вказівок до виконання практичних робіт з дисципліни «Гідроекологічні основи водного господарства». Одеса, 2009. 47 с.
7. Захарова М.В. Гідроекологічні основи водного господарства. Практикум: Навчальний посібник. Одеса: «Екологія», 2010. 110 с.
8. Захарова М.В., Катинська І.В. Гідроекологічні основи водного господарства. Збірник методичних вказівок до виконання практичних робіт з дисципліни «Гідроекологічні основи водного господарства». Одеса, 2012. 71 с.
9. Колеснік Н.Ю., Сорокіна К.Б. Конспект лекцій з дисципліни «Водопостачання та водовідведення». Харків: ХНАМГ, 2012. 72 с.
10. Левківський С.С., Падун М.М. Раціональне використання і охорона водних ресурсів: Підручник. – К.: Либідь, 2006. – 280 с.
11. Нежиховский Р.А. Гидролого-экологические основы водного хозяйства. – Л.: Гидрометеоиздат, 1990. – 230 с.
12. Чернов М.І. Гідроекологічні основи водного господарства: Конспект лекцій. – Дніпропетровськ: «Економіка», 2005. – 75 с.