

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ ТА ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ  
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«РОЗРАХУНКИ СТОКУ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН І ЯКОСТІ ВОД  
ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ»**

для студентів денної та заочної форми навчання  
спеціальності 101 «Екологія» (РПД 3 «Гідроекологія»)

Затверджено  
на засіданні групи забезпечення спеціальності  
Протокол № \_\_\_\_\_ від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020р.  
Голова групи \_\_\_\_\_ П.І.Б.

Затверджено  
на засіданні кафедри гідроекології  
та водних досліджень  
Протокол № \_\_\_\_\_ від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020р.  
Завідувач кафедри Лобода Н.С.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ ТА ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ  
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«РОЗРАХУНКИ СТОКУ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН І ЯКОСТІ ВОД  
ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ»**

для студентів денної та заочної форми навчання  
спеціальності 101 «Екологія» (РПД 3 «Гідроекологія»)

Затверджено  
на засіданні групи  
забезпечення спеціальності  
Протокол № \_\_\_\_\_  
від «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020р.

Одеса – 2020

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Розрахунки стоку хімічних речовин і якості вод для управління водними ресурсами» для студентів IV року навчання денної та заочної форми за спеціальністю 101 «Екологія» (РПД 3 «Гідроекологія»), рівень вищої освіти «бакалавр»/Яров Я.С., Пилип'юк В.В., Гращенко Т.В. Одеса, ОДЕКУ, 2020. 150 с.

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	6
1. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ	7
2. ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1 «АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ ТА ПОБУДОВА КРИВОЇ ВИТРАТ ВОДИ ПРИ ВІЛЬНОМУ РУСЛІ»	9
2.1 Пояснення до виконання завдання № 1 «Аналіз вихідних даних»	10
2.1.1 Теоретична частина до завдання № 1	10
2.1.2 Практична частина до завдання № 1	13
2.1.3 Контрольні запитання до завдання № 1	15
2.2 Пояснення до виконання завдання № 2 «Побудова кривої витрат води при вільному руслі»	16
2.2.1 Теоретична частина до завдання № 2	16
2.2.2 Практична частина до завдання № 2	20
2.2.3 Контрольні запитання до завдання № 2	27
3. ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2 «РОЗРАХУНОК СТОКУ ВОДИ ПРИ ЛЬODOВИХ ЯВИЩАХ І ЗАРОСТАННІ РУСЛА, ОБЧИСЛЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК СТОКУ ТА ФОРМУВАННЯ ТАБЛИЦІ ЩОДЕННИХ ВИТРАТ ВОДИ»	28
3.1 Пояснення до виконання завдання № 1 «Обчислення стоку води при льодових явищах та зарослому руслі»	29
3.1.1 Теоретична частина до завдання № 1	29
3.1.2 Практична частина до завдання № 1	32
3.1.3 Контрольні запитання до завдання № 1	40
3.2 Пояснення до виконання завдання № 2 «Обчислення характеристик стоку води та формування таблиці ЩВВ»	41
3.2.1 Теоретична частина до завдання № 2	41
3.2.2 Практична частина до завдання № 2	44
3.2.3 Контрольні запитання до завдання № 2	44
4. ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3 «ОБЧИСЛЕННЯ СТОКУ РОЗЧИНЕНИХ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН»	45
4.1 Пояснення до виконання завдання № 1 «Побудова кривих залежності мінералізації від витрат води та концентрацій головних іонів від мінералізації»	46
4.1.1 Теоретична частина до завдання № 1	46
4.1.2 Практична частина до завдання № 1	55
4.1.3 Контрольні запитання до завдання № 1	59
4.2 Пояснення до виконання завдання № 2 «Автоматизоване обчислення середньодобових мінералізацій та формування	60

	таблиці загального іонного стоку за рік»	
4.2.1	Теоретична частина до завдання № 2	60
4.2.2	Практична частина до завдання № 2	61
4.2.3	Контрольні запитання до завдання № 2	64
5.	ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4 «ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ЗА ВЕЛИЧИНОЮ ІНДЕКСУ ЗАБРУДНЕНОСТІ ВОДИ (ІЗВ)»	65
5.1	Теоретична частина	65
5.2	Практична частина	66
5.3	Контрольні запитання до роботи № 4	69
6.	ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5 «ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ЗА МЕТОДОМ КОМБІНАТОРНОГО ІНДЕКСУ ЗАБРУДНЕННЯ (КІЗ)»	70
6.1	Теоретична частина	70
6.2	Практична частина	76
6.3	Контрольні запитання до роботи № 5	82
7.	ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6 «ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ЗА ВІДПОВІДНИМИ КАТЕГОРІЯМИ»	83
7.1	Теоретична частина	83
7.2	Практична частина	90
7.3	Контрольні запитання до роботи № 6	96
8.	ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ «АВТОМАТИЗОВАНЕ ОБЧИСЛЕННЯ СТОКУ ВОДИ ТА РОЗЧИНЕНИХ РЕЧОВИН В ГІДРОСТВОРАХ РІЧОК»	97
8.1	Загальні положення щодо виконання курсового проекту	97
8.2	Метод обчислення добових витрат розчинених хімічних речовин за генетично різними видами стоку води	100
8.3	Вивчення водного та гідрохімічного режимів в створі річки і встановлення дат зміни умов протікання води в руслі	104
8.4	Автоматизоване обчислення добового стоку води та розчинених хімічних речовин за допомогою програмної системи ПС «ХІМСТОК»	105
8.5	Аналіз розрахунку витрат води, концентрацій та витрат розчинених хімічних речовин	112
	ДОДАТКИ (варіанти вхідних даних для виконання КП)	115
	Додаток А (Витрати води та виміряні концентрації мінералізації)	115
	Додаток Б (Щоденні витрати води)	120
	Додаток В (Добові суми опадів)	130
	Додаток Г (Середньодобові температури повітря)	140
	Додаток Д (зразок титульного аркуша КП)	150
	ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА	151

## ПЕРЕДМОВА

Дисципліна «Розрахунки стоку хімічних речовин і якості вод для управління водними ресурсами» («РСХРІЯВДУВР») відноситься до пакету дисциплін підготовки бакалаврів зі спеціальності 101 «Екологія» (РПД 3 «Гідроекологія»).

Метою цього збірника методичних вказівок є ознайомлення студентів з методами та алгоритмами обробки на ПЕОМ результатів гідрологічних і гідрохімічних спостережень, автоматизованого обчислення річкового стоку води та розчинених хімічних речовин, складання таблиць з щоденними, декадними, місячними витратами і концентраціями та річними характеристиками стоку для публікації цих даних у виданнях Державного водного кадастру (ДВК), виконання оцінки якості води за різними методами та вказівки щодо виконання курсового проекту.

Вивчення дисципліни «РСХРІЯВДУВР» базується на знаннях, одержаних студентами при вивченні попередніх дисциплін навчального плану. Знання, отримані в результаті вивчення дисципліни, будуть використані у подальшій навчальній та виробничій діяльності студента.

Для виконання практичних робіт і курсового проекту послідовно наводяться: необхідна теоретична частина, пояснення щодо виконання роботи, вхідні дані по варіантам.

Оцінювання виконаних завдань здійснюється у відповідності до вимог робочої програми дисципліни.

Внаслідок вивчення практичної частини дисципліни «РСХРІЯВДУВР» студенти повинні знати: основні алгоритми і методи автоматизованого контролю та первинної обробки даних гідрологічних і гідроекологічних показників водного середовища; вимоги офіційних нормативів при обчисленні витрат води і розчинених речовин; автоматизовані методи апроксимації кривих витрат води та розчинених хімічних речовин; методи оцінки стану водних екосистем.

Після виконання практичних завдань студенти повинні вміти: обчислювати витрати води та розчинених речовин за нормативними методами; вводити дані гідрологічних, метеорологічних і гідрохімічних спостережень на технічні носії; встановлювати за допомогою програм на ПЕОМ параметри аналітичних рівнянь кривих витрат всіх видів стоку води, та хімічних речовин; вибирати оптимальний варіант підрахунку добових значень стоку води та хімічних речовин в створі річки; підготовлювати розрахункові підсумкові таблиці для їх публікації в складі видань ДВК та інших виданнях; застосовувати в практичній діяльності методи оцінки характеристик водних екосистем.

## 1. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

Відповідно до робочої програми дисципліни «РСХРІЯВДУВР», практична частина складається з двох практичних модулів (у складі 6 практичних робіт) і індивідуального завдання (курсний проект). Перелік практичних робіт наведено в таблиці 1.1.

Практичні роботи з дисципліни виконуються протягом семестру, оформлюються згідно встановлених стандартів. Всі розрахунки виконуються з допомогою пакету MS Excel та роздруковуються додатково до теоретичної частини до кожної роботи. Всі роботи підлягають захисту згідно критеріїв, визначених у робочій програмі дисципліни. Максимальна оцінка за виконані практичні роботи становить 60 балів.

Таблиця 1.1 – Перелік практичних робіт в дисципліні «РСХРІЯВДУВР»

Змістовні модулі	Назва теми
ЗМ-П1	1. Аналіз вихідних даних та побудова кривої витрат води при вільному руслі.
	2. Розрахунок стоку води при льодових явищ і заростанні русла, обчислення характеристик стоку та формування таблиці щоденних витрат води.
	3. Обчислення стоку розчинених хімічних речовин.
ЗМ-П2	4. Оцінка якості води за методом індексу забруднення води (ІЗВ)
	5. Оцінка якості води за методом комбінаторного індексу забруднення (КІЗ)
	6. Екологічна оцінка якості води за відповідними категоріями

Після вивчення практичних робіт студенти повинні оволодіти наступними вміннями:

- виконати аналіз вихідних даних;
- побудувати криву витрат води при вільному руслі з використанням майстра діаграм MS Excel;
- апроксимувати криву залежності витрат від рівнів води у вигляді аналітичного рівняння;
- виконати розрахунок середньої імовірної похибки;
- обчислити стік води при вільному руслі з використанням рівняння зв'язку;

- обчислювати стік води при льодових явищах;
- розраховувати перехідні коефіцієнти при льодових явищах;
- обчислювати стік води при зарослому руслі;
- розраховувати перехідні коефіцієнти при зарослому руслі;
- будувати графіки перехідних коефіцієнтів з використанням MS Excel;
- складати таблицю щоденних витрат води;
- обчислювати характеристики стоку води з використанням MS Excel;
- будувати криві залежності мінералізації від витрат води з використанням майстра діаграм MS Excel;
- будувати криві залежності концентрації головних іонів від мінералізації води з використанням майстра діаграм MS Excel;
- виконати автоматизоване обчислення добового стоку розчинених хімічних речовин з використанням MS Excel;
- методика оцінки якості води за показником ІЗВ;
- етапи та сутність розрахунку якості води за показником КІЗ;
- переваги екологічної оцінки якості вод у здійсненні оцінки екологічного стану водних об'єктів.

Наявне в бібліотеці університету і на кафедрі гідроекології та водних досліджень навчально-методичне забезпечення:

1. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів по вивченню дисципліни «Автоматизація обчислення стоку хімічних речовин» та виконанню курсового проекту. / Гриб О.М. / Одеса, ОДЕКУ, 2010. 64 с.

2. Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни «Автоматизація обчислення стоку хімічних речовин». / Гриб О.М. / Одеса, ОДЕКУ, 2010. 60 с.

3. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів заочної форми навчання по вивченню дисципліни «Автоматизація обчислення стоку хімічних речовин» та виконанню контрольної роботи і курсового проекту. / Белов В.В., Гриб О.М. / Одеса, ОДЕКУ, 2008. 56 с.

4. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. К. Ніка-Центр, 2001. 410 с.



## 2. ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1 «АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ ТА ПОБУДОВА КРИВОЇ ВИТРАТ ВОДИ ПРИ ВІЛЬНОМУ РУСЛІ»

### *Мета роботи:*

виконати первинний аналіз результатів стаціонарних гідрологічних і гідрохімічних спостережень для вибору методу обчислення стоку води та розчинених хімічних речовин за добу, декаду, місяць і рік, та автоматизовано побудувати криву витрат води (КВВ) при вільному руслі з використанням персонального комп'ютера (ПК) за допомогою MS Excel.

### *Завдання роботи:*

**Завдання № 1.** Для вибору методу обчислення стоку води та розчинених хімічних речовин за добу, декаду, місяць і рік, виконайте аналіз вихідних даних у наступній послідовності: 1) *опис пункту спостереження та прилеглої ділянки річки*; 2) *аналіз таблиці «Рівень води»*; 3) *аналіз таблиці «Виміряні витрати води»*; 4) *аналіз спостережень за хімічним складом води*. Алгоритм і приклад аналізу вихідних даних наведено нижче за текстом в розділі 2.1.

**Завдання № 2.** З використанням ПК за допомогою MS Excel побудуйте криву зв'язку  $Q = f(H)$  при вільному руслі. Алгоритм і приклад побудови КВВ, апроксимації цієї кривої у вигляді аналітичного рівняння та обчислення середньої імовірної похибки наведено нижче за текстом в розділі 2.2.

### *Вихідні дані для виконання роботи:*

опубліковані в матеріалах Державного водного кадастру (ДВК) серії 2 «Щорічні дані про режим і ресурси поверхневих вод суші» (гідрологічний щорічник) розділу 1 «Поверхневі води» частини 1 «Річки і канали» наступні таблиці: «Рівень води», «Виміряні витрати води» та «Хімічний склад води». Таблиці «Хімічний склад води» до 1975 р. друкувалися в гідрологічних щорічниках (ГЩ), а з 1976 року – публікуються у вигляді видання «Щорічні дані про якість вод суші».

Для аналізу ділянки і пункту спостереження за водним режимом та хімічним складом води річок і каналів використовуються матеріали, опубліковані в таблиці 1.1 «Список постів на річках і каналах» та в розділі «Опис постів» (за роки кратні 5, наприклад, 1990 чи 2000 рр. або 1985 р.).

Для побудови КВВ при вільному руслі використовуються матеріали, опубліковані в таблиці 1.4 «Виміряні витрати води».

В роботі можна використовувати дані гідрологічного щорічника за 1965 рік (том 2, випуск 4,5) за варіантами (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Вхідні дані для практичних робіт №№1-3

№ варіанту	№ поста	Річка, створ спостережень	Площа басейну, км <sup>2</sup>
1	71	р. Десна – с. Олександрівка	1710
2	81	р. Ветьма – с. Круча	1370
3	84	р. Снежать – м. Карачев	282
4	85	р. Навля – смт. Навля	1560
5	87	р. Сев – с. Ново-Ямське	1150
6	89	р. Судость – смт. Погар	5180
7	90	р. Коста – с. Глазово	150
8	98	р. Сейм – с. Ришково	7460
9	100	Р. Сейм – м. Рильськ	18100
10	112	р. Свапа – с. Михайлівка	2800
11	115	р. Чернь – с. Плоске	96,3
12	141	р. Сула – с. Зеленковка	427
13	147	р. Удай – с. Прилуки	1520
14	162	р. Суджа – с. Замостя	972
15	168	р. Ворскла – с. Козинка	1870
16	170	р. Ворскла – с. Чернетчина	5790

## 2.1 Пояснення до виконання завдання № 1 «Аналіз вихідних даних»

### 2.1.1 Теоретична частина до завдання № 1

Матеріали ДВК складаються з розділів:

*Розділ 1. Поверхневі води;*

*Розділ 2. Підземні води;*

*Розділ 3. Використання води.*

Кожний з цих розділів поділяється на серії:

*Серія 1. Каталогів дані* (у розділі 1 на сьогодні каталогом є раніше виданий довідник «Ресурси поверхностных вод СССР», частина 1 – «Гидрологическая изученность»);

*Серія 2. Щорічні дані;*

*Серія 3. Багаторічні дані.*

Для обчислення стоку води та хімічних речовин за добу, декаду, місяць і рік використовують дані, опубліковані в серії 2 «Щорічні дані» розділу 1 «Поверхневі води» у виданнях:

*«Щорічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші»;*

*«Щорічні дані про якість вод суші»;*

*«Щорічні дані про якість вод морів та морських гирл річок»;*  
*«Каталог селевих басейнів і осередків».*

Видання *«Щорічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші»* – гідрологічний щорічник (ГЩ), складається з двох частин:

*Частина 1. «Річки і канали»* – дані стандартних гідрологічних спостережень на річках за рівнем і температурою води, станом водного об'єкту, товщиною льоду, стоком води і наносів, дані про ресурси поверхневих вод та їх використання;

*Частина 2. «Озера і водосховища»* – дані стандартних гідрологічних спостережень на озерах, лиманах і водосховищах (на берегових постах і акваторії водойми) за рівнем і температурою води, станом водного об'єкту, товщиною льоду, а також водний баланс водосховищ.

Дані про стік води на вхідних до водосховищ створах і дані обліку стоку на гідровузлах гідроелектростанцій (ГЕС) публікуються у *частині 1 «Річки і канали»*, а по інших озерних постах і постах на водосховищах, розташованих між вхідним створом і гідровузлами ГЕС – у *частині 2 «Озера і водосховища»*. Частини 1 та 2 гідрологічного щорічника найчастіше публікуються в окремих виданнях.

Для зручності користування гідрологічним щорічником встановлена єдина, постійна для усіх випусків, нумерація таблиць, що зберігається з року в рік. Тому зміст *частини 1 «Річки і канали»* ГЩ має такий вигляд:

Передмова.

Прийняті скорочення.

Схема поділу видання на випуски.

Алфавітний список річок, каналів, водосховищ і озер.

Схема розташування постів.

*Частина 1. Річки і канали*

*Таблиця 1.1.* Список постів на річках і каналах.

Опис постів.

Огляд режиму річок.

*Таблиця 1.2.* Рівень води.

*Таблиця 1.3.* Витрата води.

*Таблиця 1.4.* Виміряні витрати води.

*Таблиця 1.5.* Виміряні витрати завислих наносів.

*Таблиця 1.6.* Середні витрати завислих наносів.

*Таблиця 1.7.* Питома вага донних відкладів.

*Таблиця 1.8.* Ресурси поверхневих вод.

*Таблиця 1.9.* Мутність води.

*Таблиця 1.10.* Витрати завислих наносів.

*Таблиця 1.11.* Гранулометричний склад і щільність наносів.

*Таблиця 1.12.* Температура води.

*Таблиця 1.13.* Товщина льоду і висота снігу на льоду.

*Таблиця 1.14.* Льодові явища на ділянці поста.

В таблиці 1.2 «Рівень води» основні відомості про стан водного об'єкту відмічені умовними знаками праворуч від значення рівня води:

Таблиця 2.2 – Умовні позначення льодових явищ і стану русла в таблиці 1.2 «Рівень води» гідрологічного щорічника

	чисто (або вільне русло);	(	закраїни;
)	забереги;	П	вода тече поверх льоду;
:	сало;	П	посування льоду;
х	шугохід рідкий;	Р	розводдя;
ж	шугохід густий чи середній;	Ф	лід навислий;
*	шуга і донний лід	лв	льодові вали
И	сніжура рідка;	нл	навали льоду на берегах;
С	сніжура середня, густа;	>	затор (зажор) вище поста;
о	льодохід рідкий;	<	затор (зажор) нижче поста;
•	льодохід середній, густий;	прмз	річка промерзла;
Ч	лід плавучий;	прсх	річка пересохла;
] ]	шуга під льодом;	Т	водна рослинність;
Z	льодостав неповний;	А	трава на дні;
I	льодостав;	В	стояча вода;
; ;	лід внутрішньоводний;	Д	деформація русла;
О	лід блинчастий;	бл	лід битий;
кш	льодяна каша;	кмл	лід комкуватий

В таблиці 1.3 «Витрата води» використані наступні позначення:

**0,000** – зникаючі значення витрати води, менше  $0,001 \text{ м}^3/\text{с}$ ;

**нб** – відсутність стоку води;

– (тире) – означає, що дані відсутні або забраковані.

Крім вище згаданих позначень в цій таблиці праворуч від значення витрати води, як і в таблиці 1.2 «Рівень води», умовними знаками можуть бути відмічені основні відомості про стан водного об'єкту.

Також над таблицею 1.3 приведені **F** – площа водозбору в  $\text{км}^2$  та характеристики стоку води за рік: **W** – об'єм стоку в  $\text{км}^3$  або млн.  $\text{м}^3$ ; **M** – модуль стоку в  $\text{л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$  або **q** в  $\text{м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ ; **H** або **Y** – шар стоку в мм.

В таблиці 1.4 «Виміряні витрати води» для позначення стану річки на ділянці гідроствору використовуються такі основні умовні позначення:

**св** – річка вільна від льоду;

**тр** – русло заросло водною рослинністю;

**лдст** – льодостав;

**лдх** – густий та середній льодохід;

**рлдх** – рідкий льодохід;

**шуга** – шугохід;

**р.шуга** – рідкий шугохід;

**заб** – забереги;

**закр** – закраїни;

**впл** – вода тече поверх льоду.

Як вже було сказано вище, дані про хімічний склад води річок і каналів до 1975 року друкувалися в гідрологічних щорічниках в таблиці «Хімічний склад води», але з 1976 року – публікуються у вигляді окремого видання «Щорічні дані про якість вод суші» в таблиці 1 «Хімічний склад води річок і каналів» у наступних розділах:

а) або 1.1 «Властивості, газовий склад, головні іони»;

б) або 1.2 «Забруднюючі речовини органічного походження»;

в) або 1.3 «Біогенні компоненти і забруднюючі речовини неорганічного походження».

## 2.1.2 Практична частина до завдання № 1

Аналіз вихідних даних для обчислення стоку води та хімічних речовин виконується у наступній послідовності:

*I. Опис пункту спостереження та прилеглої ділянки річки;*

*II. Аналіз таблиці «Рівень води»;*

*III. Аналіз таблиці «Виміряні витрати води»;*

*IV. Аналіз спостережень за хімічним складом води.*

*I. Опис пункту спостереження та прилеглої ділянки річки.*

Аналіз ділянки і пункту спостереження за водним режимом річки та хімічним складом води виконується з використанням матеріалів, опублікованих в таблиці 1.1 «Список постів на річках і каналах» та розділі «Опис постів» (за роки кратні 5, наприклад, 1990 чи 2000 рр. або 1985 рік). Крім того аналізуються зміни, що відбулися в створі водомірного поста та на ділянці річки, які друкуються в кожному гідрологічному щорічнику.

При виконанні цього пункту завдання обов'язково вказуються:

1) наявність заплави;

2) рівень води, при якому заплава починає затоплюватися;

3) в яких гідрометричних створах виконуються вимірювання;

4) наявність тих або інших антропогенних чинників, які впливають на водний режим та хімічний склад води на ділянці річки.

*II. Аналіз таблиці «Рівень води».*

Аналіз таблиці з щоденними рівнями води (ЩРВ) виконується у такій послідовності (**приклад**):

1) безпосередній аналіз рівнів води:

– ЩРВ вимірювалися на р. Дністер в пункті с. Маяки за 2008 рік;

- максимальне значення рівня води відмічене 20 серпня (в період дощового паводку) і становило 212 см;
- мінімальне значення рівня води відмічене з 11 по 22 липня і становило 98 см;
- середньорічне значення рівня води склало 156 см;
- 2) аналіз льодових явищ:
- льодостав спостерігався з 1 січня по 14 квітня та з 22 жовтня по 31 грудня;
- льодохід спостерігався з 15 по 22 квітня та з 19 по 21 жовтня;
- забереги та шугохід спостерігалися з 12 по 18 жовтня.

### *III. Аналіз таблиці «Виміряні витрати води»*

Аналіз таблиці з вимірними витратами води (ВВВ) виконується у такій послідовності **(приклад)**:

- за календарний 2008 рік на р. Дністер в пункті с. Маяки загальна кількість вимірювань витрати води склала 44 рази;
- при льодоставі (лдст) виконано 14 вимірювань витрати води;
- при льодоході (лдох), рідкому льодоході (рлдох), шугоході та заберегах (заб) виконано 7 вимірювань витрати води;
- при вільному руслі (св) виконано 23 вимірювання витрати води;
- таблиця висвітлена ВВВ при вільному руслі на 52,3 %;
- максимальна витрата води – 1250 м<sup>3</sup>/с, виміряна 19 серпня, на підйомі дощового паводку влітку та відповідає рівню 198 см;
- мінімальна витрата води – 175 м<sup>3</sup>/с, виміряна 18 липня, в період межені влітку та відповідає рівню 98 см.

### *IV. Аналіз спостережень за хімічним складом води.*

Аналіз таблиці з хімічним складом води (ХСВ) виконується у такій послідовності **(приклад)**:

- 1) за календарний 2008 рік на р. Дністер в пункті с. Маяки виконано 17 аналізів ХСВ;
- 2) під час межені взимку виконано 4 аналізи ХСВ;
- 3) під час межені влітку виконано 3 аналізи ХСВ;
- 4) під час весняного водопілля виконано 6 аналізів ХСВ, з них: 2 – на підйомі, 1 – на піку; 3 – на спаді;
- 5) під час двох дощових паводків влітку та восени виконано 7 аналізів ХСВ, з них: 2 – на підйомах, 2 – на піках; 3 – на спадах;
- 6) під час зимового паводку (в період відлиги) виконано 5 аналізів ХСВ, з них: 1 – на підйомі, 2 – на піках; 2 – на спаді;
- 7) максимальна мінералізація води становить 329 мг/дм<sup>3</sup> та була визначена 18 липня при мінімальних рівнях води (або синхронно з вимірюваннями мінімальної витрати води) в період межені влітку;

8) мінімальна мінералізація води становить 187 мг/дм<sup>3</sup> та була визначена 31 квітня при максимальних рівнях води (або синхронно з вимірюванням максимальної витрати води) в період весняного водопілля.

### **2.1.3 Контрольні запитання до завдання № 1**

1. З яких розділів складаються матеріали ДВК?
2. На які серії поділяються розділи ДВК?
3. Які видання входять до серії 2 «Щорічні дані» розділу 1 «Поверхневі води»?
4. Які дані публікуються у частинах гідрологічного щорічника (ГЩ)?
5. Які розділи і таблиці друкуються у частині 1 «Річки і канали»?
6. Якими умовними знаками позначають стан водного об'єкту в таблицях «Рівень води» та «Витрата води»?
7. Які дані входять до таблиці «Рівень води»?
8. Які дані входять до таблиці «Виміряні витрати води»?
9. Які умовні позначення використовують в таблиці «Виміряні витрати води»?
10. В яких виданнях публікуються дані про хімічний склад води?
11. В яких розділах публікуються дані про хімічний склад води у виданні «Щорічні дані про якість вод суші»?
12. В якій послідовності виконується аналіз вихідних даних для обчислення стоку води?
13. Яка інформація обов'язково вказується при аналізі ділянки та пункту спостережень за водним режимом і хімічним складом води?
14. Яким чином виконується аналіз таблиці «Рівень води»?
15. Як виконується аналіз таблиці «Виміряні витрати води»?
16. Як виконується аналіз спостережень за хімічним складом води?

## 2.2 Пояснення до виконання завдання № 2 «Побудова кривої витрат води при вільному руслі»

### 2.2.1 Теоретична частина до завдання № 2

Рівні води вимірюються щодня, а витрати води порівняно рідко. Частота вимірювань витрат води залежить від сезонів року. В період водопілля роблять 4-5 вимірювань на його підйомі та 5-8 на спаді. Підчас межень в теплий період року витрати води вимірюють через 7-10 діб. При льодоставі – через 10-20 діб. Тому для обчислення щоденних витрат води найчастіше використовують залежність витрат від рівнів  $Q = f(H)$ .

Залежність між витратами та рівнями води виражається графічно за допомогою кривої витрат (КВ), що будується для обчислення стоку води.

Стоком води називається кількість води, що проходить через поперечний переріз водотоку за певний проміжок часу, наприклад, доба, декада, місяць, сезон, рік та багаторічний період.

Всередині річного циклу виділяють окремі періоди, для яких стік обчислюється різними методами, наприклад, період льодоставу, період розвитку водної рослинності та інші. Найпростіший вигляд залежності витрат від рівнів води має у випадку рівномірного руху води в руслі річки, що не має деформацій.

Для побудови КВ використовують значення вимірних витрат води (ВВВ) і відповідні їм рівні води. Ці матеріали за календарні роки публікуються в таблиці з вимірними витратами води. КВ будується в прямокутній системі координат (рис. 2.1), де також проводяться лінії, що відповідають максимальному та мінімальному рівням води в річці. Графічно залежність  $Q = f(H)$  виражається у вигляді однієї плавної кривої, на якій певному значенню рівня води відповідає одне певне значення витрати води. Така залежність називається однозначною.

Порядок побудови КВ  $Q = f(H)$  і пов'язаних з нею кривих площ вільного поперечного перерізу річки  $F = f(H)$  і середніх швидкостей руху води  $V = f(H)$  визначено в «Наставленнях гидрометеорологическим станциям и постам» (вип. 6, ч. 3) та в іншій спеціальній літературі.

Відповідно до них для побудови КВ на графік наносять точки ВВВ, використовуючи різні умовні позначення для витрат, вимірних при різних умовах стоку води. На осі ординат відкладають рівні води ( $H$ , см), а на осі абсцис – ВВВ ( $Q$ , м<sup>3</sup>/с). КВ проводять «на око» плавною лінією, по середині смуги розсіювання точок витрат, вимірних при вільному стані русла. Тобто при проведенні цієї лінії не враховують точки витрат, вимірних при льодоставі та розвитку водної рослинності, а також ті точки ВВВ при вільному руслі, які відхилились від загальної смуги точок більш ніж на 10 %.



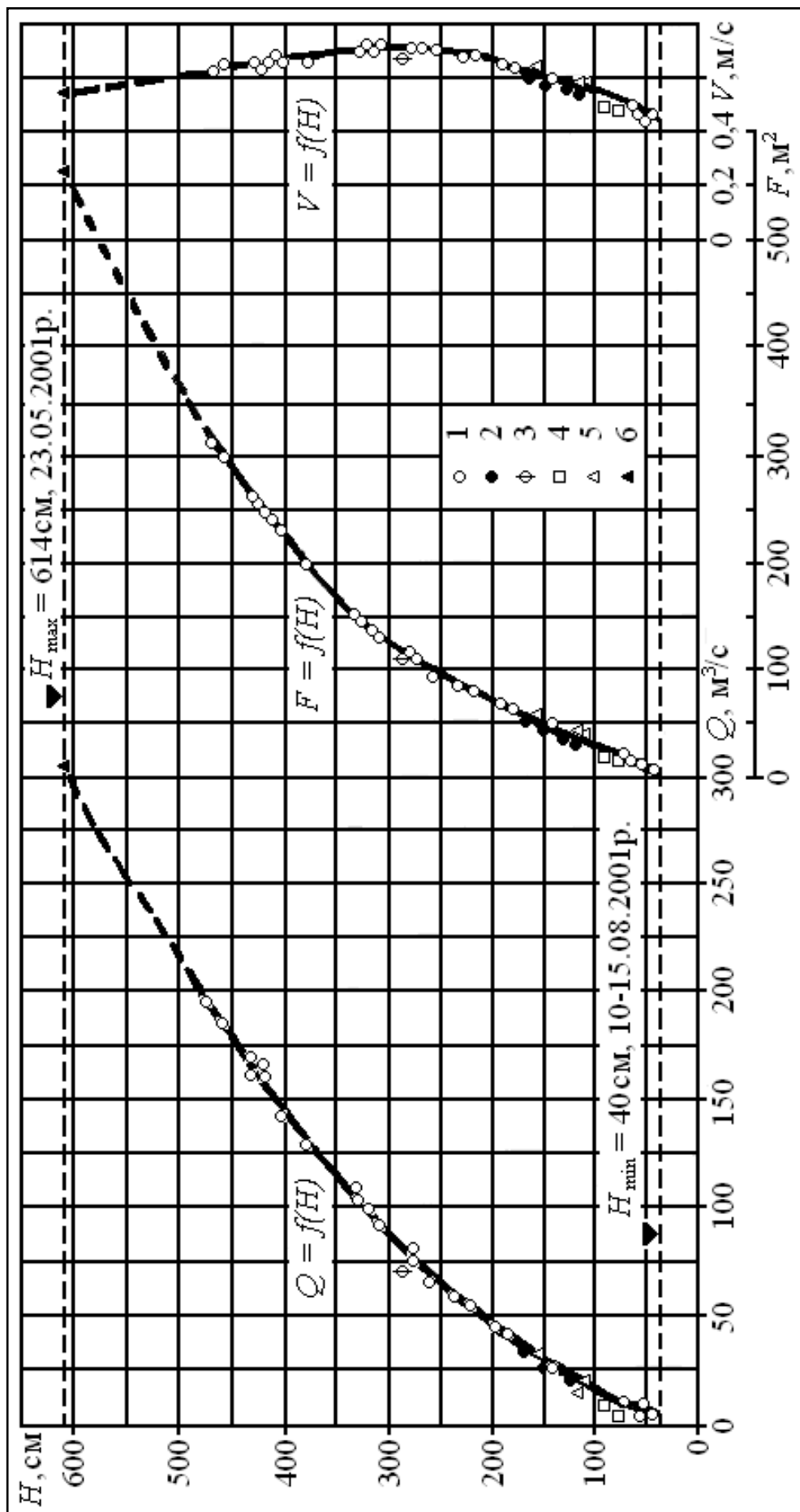


Рис.2.1 – Криві зв'язку  $Q = f(H)$ ,  $F = f(H)$  та  $V = f(H)$ , р. Дністер – смт Григориопіль, 2001 рік:

1 – період вільного русла, 2 – льодостав, 3 – льодохід, 4 – заростання, 5 – забереги, 6 – екстрапольовані значення

На тому ж кресленні будують криві площ вільного поперечного перерізу річки  $F = f(H)$  та середніх швидкостей руху води  $V = f(H)$ . Для їх побудови використовується та ж шкала рівнів води на осі ординат ( $H$ , см), що і для КВ. На осі абсцис відкладають: для кривої площ – площі вільного поперечного перерізу річки ( $F$ , м<sup>2</sup>), а для кривої середніх швидкостей – середні швидкості руху води ( $V$ , м/с). Ці шкали креслять з деяким зсувом вправо та вниз (для шкали площ), як показано на рис. 2.1. Дані для побудови кривих  $F = f(H)$  та  $V = f(H)$  також беруть із таблиці ВВВ.

Криві площ і середніх швидкостей необхідні для екстраполяції КВ та для аналізу надійності ВВВ і побудови кривої зв'язку  $Q = f(H)$ . Всі три криві (рис. 2.1) повинні бути пов'язані між собою при будь-якому певному значенні рівня води ( $H$ , см) рівнянням:

$$Q_{кр} = Q_{обч} = F_{кр} \cdot V_{кр}, \quad (2.1)$$

де  $Q_{кр}$ ,  $F_{кр}$  та  $V_{кр}$  – відповідно, значення витрати води в м<sup>3</sup>/с, площі поперечного вільного перерізу річки в м<sup>2</sup> та середньої швидкості руху води в м/с, знятих з відповідних кривих при одному рівні води;

$Q_{обч}$  – обчислена витрата води в м<sup>3</sup>/с, з використанням  $F_{кр}$  та  $V_{кр}$ , знятих при тому ж самому рівні води, що й  $Q_{кр}$ .

Ув'язка кривих робиться при певних значеннях рівня води через однакові інтервали. При цьому керуються правилом, якщо обчислена витрата ( $Q_{обч}$ ) відрізняється від знятої з КВ ( $Q_{кр}$ ) більш ніж на 1,5 %, то треба, з'ясувавши причини цього, виправити якусь одну або всі три криві.

Приклад ув'язки кривих  $Q = f(H)$ ,  $F = f(H)$  та  $V = f(H)$  наведено нижче в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Ув'язка кривих  $Q = f(H)$ ,  $F = f(H)$  та  $V = f(H)$ ,  
р. Дністер – смт Григориопіль, 2001 рік [4]

$H$ , см	$F_{кр}$ , м <sup>2</sup>	$V_{кр}$ , м/с	$Q_{обч}$ , м <sup>3</sup> /с	$Q_{кр}$ , м <sup>3</sup> /с	$\Delta Q = Q_{обч} - Q_{кр}$ , м <sup>3</sup> /с	$\sigma = (\Delta Q / Q_{кр}) \cdot 100$ , %
...	...	...	...	...	...	...
400	219	0,67	146	145	1,0	0,69
350	166	0,69	114	114	0,0	0,00
300	123	0,71	87,3	87,5	-0,2	-0,23
250	94	0,70	65,8	65,0	0,8	1,23
...	...	...	...	...	...	...

Отримана після ув'язки крива  $Q = f(H)$  використовується для обчислення за рівнем води будь-якої витрати води (за всією амплітудою коливання рівня води впродовж року від  $H_{min}$  до  $H_{max}$ ). Для цього

складається розрахункова таблиця координат кривої витрат (ККВ), приклад якої наведено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Координати кривої витрат,  
р. Дністер – смт Григориопіль, 2001 рік

H, см	Q, м <sup>3</sup> /с									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
40	<b>5,20</b>	5,34	5,48	5,62	5,76	5,90	6,04	6,18	6,32	6,46
50	<b>6,60</b>	6,78	6,96	7,14	7,32	7,50	7,68	7,86	8,04	8,32
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
80	<b>12,4</b>	12,6	12,8	13,0	13,2	13,4	13,7	13,9	14,1	14,3
90	<b>14,5</b>	14,7	14,9	15,1	15,3	15,5	15,7	15,9	16,1	16,3
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
420	<b>152</b>	153	153	154	155	156	156	157	158	158
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
610	<b>296</b>	298	300	302	304					

Величину інтервалу для обчислення ККВ беруть рівною 10 см. Далі, через кожні 10 см для рівнів, значення яких кратні 10, а також для  $H_{min}$  та  $H_{max}$  знімають з КВ відповідні цим рівням витрати води. Інтерполяція витрат усередині інтервалу робиться за алгоритмом викладеним нижче. **Наприклад**, рівню  $H = 80$  см, відповідає витрата води  $Q = 12,4$  м<sup>3</sup>/с, а для  $H = 90$  см,  $Q = 14,5$  м<sup>3</sup>/с, отже, на 10 см рівня витрата води зростає на:  $\Delta Q = 14,5 - 12,4 = 2,10$  м<sup>3</sup>/с. Тобто, на 1 см усередині вказаного інтервалу, витрата води збільшується на:  $\Delta q = \Delta Q / 10 = 2,10 / 10 = 0,21$  м<sup>3</sup>/с. Таким чином, округляючи обчислені витрати до третьої значущої цифри, одержимо:

для  $H = 81$  см,  $Q = 12,40 + 0,21 = 12,61 \approx 12,6$  м<sup>3</sup>/с;

для  $H = 82$  см,  $Q = 12,61 + 0,21 = 12,82 \approx 12,8$  м<sup>3</sup>/с;

для  $H = 83$  см,  $Q = 12,82 + 0,21 = 13,03 \approx 13,0$  м<sup>3</sup>/с;

для  $H = 84$  см,  $Q = 13,03 + 0,21 = 13,24 \approx 13,2$  м<sup>3</sup>/с;

для  $H = 85$  см,  $Q = 13,24 + 0,21 = 13,45 \approx 13,4$  м<sup>3</sup>/с;

для  $H = 86$  см,  $Q = 13,45 + 0,21 = 13,66 \approx 13,7$  м<sup>3</sup>/с;

для  $H = 87$  см,  $Q = 13,66 + 0,21 = 13,87 \approx 13,9$  м<sup>3</sup>/с;

для  $H = 88$  см,  $Q = 13,87 + 0,21 = 14,08 \approx 14,1$  м<sup>3</sup>/с;

для  $H = 89$  см,  $Q = 14,08 + 0,21 = 14,29 \approx 14,3$  м<sup>3</sup>/с;

для  $H = 90$  см,  $Q = 14,29 + 0,21 = 14,50 \approx 14,5$  м<sup>3</sup>/с – перевірка.

Якщо величина витрати менше ніж 1 м<sup>3</sup>/с, то таблиця складається з точністю до 0,001 м<sup>3</sup>/с. Розрахункова таблиця складається на всю амплітуду побудови кривої  $Q = f(H)$ , тобто від  $H_{min}$  до  $H_{max}$ .

Після складання розрахункової таблиці ККВ виконують перевірку отриманої залежності  $Q = f(H)$ , обчислюючи імовірну похибку ( $\delta$ )

відхилень ВВВ ( $Q_{вим}$ ) від витрат з таблиці ККВ ( $Q_{ККВ}$ ). Розрахунок імовірної похибки побудови КВ робиться для тих ВВВ, які враховувалися при її проведенні. Приклад обчислення  $\delta$  наведено в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Обчислення імовірної похибки побудови КВ, р. Дністер – смт Григориопіль, 2001 рік

$H_{вим},$ см	$Q_{вим},$ м <sup>3</sup> /с	$Q_{ККВ},$ м <sup>3</sup> /с	$\Delta Q = Q_{вим} - Q_{ККВ},$ м <sup>3</sup> /с	$\sigma = (\Delta Q / Q_{вим}) \cdot 100,$ %	$\sigma^2$
...	...	...	...	...	...
461	188	194	-6,00	-4,79	22,9
...	...	...	...	...	...
46	6,30	6,04	0,26	4,13	17,0
54	6,99	7,32	-0,33	-4,72	22,3
...	...	...	...	...	...
$\sum(\sigma^2)$					397

Середня імовірна похибка ( $\delta$ ) обчислюється за формулою:

$$\delta = \pm 0,674 \cdot \sqrt{\frac{\sum(\sigma^2)}{n}}, \quad (2.2)$$

де  $\sigma$  – відхилення, %;  $n$  – кількість виміряних витрат, які враховувалися при побудові КВ.

Залежність  $Q = f(H)$  можна вважати надійною та однозначною, якщо величина імовірної похибки не перевищує 4 % (в прикладі,  $\delta = \pm 2,74$  %).

### 2.2.2 Практична частина до завдання № 2

Відповідно до завдання № 2 побудова КВВ при вільному руслі виконується з використанням ПК за допомогою MS Excel. Для цього на кафедрі гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ підготовлено спеціальний розрахунковий «файл-шаблон» програмної оболонки MS Excel – «ПР-АОСХР.xls», де підготовлені листи з «шаблонами» таблиць і графіків, в яких автоматично будується та апроксимується у вигляді аналітичного рівняння КВВ, а також обчислюється середня імовірна похибка побудови цієї кривої.

Для побудови КВВ при вільному руслі необхідно відкрити файл «ПР-АОСХР.xls» та в таблицю 1.1 «Виміряні витрати та рівні води, при вільному руслі» – лист «ВВВ-в.р.» (табл. 2.6), внести дані про виміряні витрати води при вільному руслі, при цьому, номери в першому стовпчику повинні відповідати порядковим номерам з таблиці вихідних даних.

Далі автоматично на листі « $Q=f(H)$ -в.р.» будується КВВ при вільному руслі (рис. 2.2). На цьому ж графіку також автоматично апроксимується аналітичне рівняння КВ (ступеневе, експоненціальне або поліноміальне – третього ступеня), де:  $y - Q, \text{ м}^3/\text{с}$ ;  $x - H, \text{ см}$ .

Таблиця 2.6 – Виміряні витрати та рівні води,  
при вільному руслі, р. Ветьма – с. Круча, 2005 р.

№	Дата	Гідросвір	Стан	$H,$ см	$Q,$ $\text{м}^3/\text{с}$
15	15.04	2	св	92	10,1
16	19.04	2	св	110	13,0
17	23.04	2	св	91	10,1
18	02.05	2	св	76	7,88
19	06.05	2	св	67	6,56
20	11.05	2	св	53	4,93
21	19.05	2	св	44	3,74
22	26.05	2	св	40	3,43
23	08.06	2	св	50	4,60
24	15.06	2	св	44	3,82
25	29.06	2	св	32	2,45
26	04.07	2	св	29	2,12
27	18.07	2	св	46	4,01
28	19.07	2	св	61	5,81
29	27.07	2	св	39	3,19
30	12.08	2	св	33	2,45
31	21.08	2	св	34	2,60
32	27.08	2	св	30	2,14
33	06.09	2	св	38	3,01
34	14.10	2	св	35	2,71
35	28.01	2	св	33	2,50
36	14.10	2	св	36	2,76
37	24.10	2	св	35	2,60
38	31.10	2	св	35	2,66

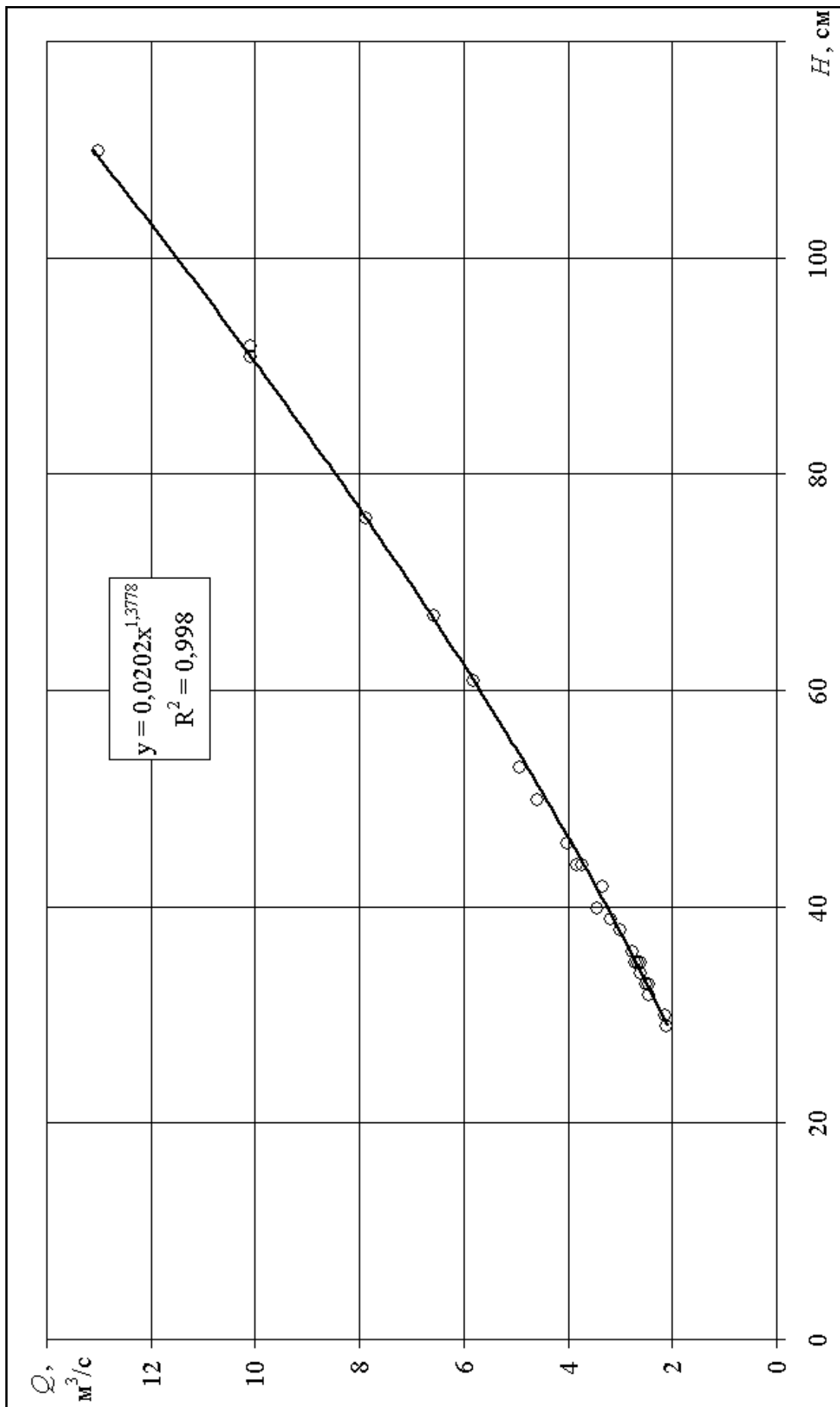


Рис. 2.2 – Залежність  $Q = f(H)$ , при вільному руслі, р. Ветьма – с. Круча, 2005 р.

З прикладу (рис. 2.2), можна бачити, що для р. Ветьма – с. Круча за 2005 р. КВВ при вільному руслі апроксимується ступеневим рівнянням виду:  $Q = 0,0202 \cdot H^{1,3778}$ , з високим детермінантом кореляції  $R^2 = 0,998$ .

Далі це рівняння використовується для розрахунку витрат води при вільному руслі ( $Q_{КВВ}$ ), у тому числі при обчисленні середньої імовірної похибки ( $\delta$ ) – на листі «ОПКВВ-в.р.» в таблиці 1.2 «Обчислення імовірної похибки побудови КВВ, при вільному руслі» (табл. 2.7).

Таблиця 2.7 – Обчислення імовірної похибки побудови КВВ, при вільному руслі, р. Ветьма – с. Круча, 2005 р.

№	Дата	$H_{вим},$ см	$Q_{вим},$ м <sup>3</sup> /с	$Q_{КВВ},$ м <sup>3</sup> /с	$\Delta Q =$ $= Q_{вим} - Q_{КВВ},$ м <sup>3</sup> /с	$\sigma =$ $(\Delta Q / Q_{вим}) \cdot 100,$ %	$\sigma^2$	$\Sigma(\sigma^2)$	$\delta,$ %
15	15.04	92	10,1	10,2	-0,15	-1,47	2,16	127,33	1,52
16	19.04	110	13,0	13,1	-0,11	-0,84	0,71		
17	23.04	91	10,1	10,1	0,00	0,04	0,00		
18	02.05	76	7,88	7,88	0,00	0,04	0,00		
19	06.05	67	6,56	6,62	-0,06	-0,94	0,88		
20	11.05	53	4,93	4,79	0,14	2,76	7,62		
21	19.05	44	3,74	3,71	0,03	0,80	0,64		
22	26.05	40	3,43	3,25	0,18	5,15	26,52		
23	08.06	50	4,60	4,42	0,18	3,82	14,59		
24	15.06	44	3,82	3,71	0,11	2,88	8,29		
25	29.06	32	2,45	2,39	0,06	2,35	5,52		
26	04.07	29	2,12	2,09	0,03	1,46	2,13		
27	18.07	46	4,01	3,94	0,07	1,64	2,69		
28	19.07	61	5,81	5,82	-0,01	-0,15	0,02		
29	27.07	39	3,19	3,14	0,05	1,51	2,28		
30	12.08	33	2,45	2,50	-0,05	-1,88	3,53		
31	21.08	34	2,60	2,60	0,00	-0,03	0,00		
32	27.08	30	2,14	2,19	-0,05	-2,29	5,24		
33	06.09	38	3,01	3,03	-0,02	-0,72	0,52		
34	14.10	35	2,71	2,71	0,00	0,12	0,01		
35	28.01	33	2,50	2,50	0,00	0,16	0,03		
36	14.10	36	2,76	2,81	-0,05	-1,95	3,80		
37	24.10	35	2,60	2,71	-0,11	-4,11	16,89		
38	31.10	35	2,66	2,71	-0,05	-1,76	3,10		

В таблиці 1.2 «Обчислення імовірної похибки побудови КВВ, при вільному руслі» (табл. 2.7), на листі «ОПКВВ-в.р.», автоматично обчислюється середня імовірна похибка побудови КВВ ( $\delta$ ), яка у наведеному прикладі, р. Ветьма – с. Круча за 2005 р., становить  $\delta = 1,52 \%$ , менша за 4 %, що свідчить про надійність і однозначність залежності.

Далі в таблицю 1.3 «Рівень води, см» – лист «ЩРВ» (табл. 2.8), вносяться щоденні, середньомісячні, найбільші та найменші рівні води, для подальшого їх використання при обчисленні середньодобових витрат води.

Після цього на листі «ЩВВ-в.р.» в таблиці 1.4 «Витрата води, м<sup>3</sup>/с, при вільному руслі» (табл. 2.9), за даними про щоденні рівні води з листа «ЩРВ» (табл. 2.8) та з використанням отриманого рівняння для КВВ можна обчислити щоденні витрати води та почати формування таблиці «Витрата води, м<sup>3</sup>/с» за формою ТГ-2.



Таблиця 2.8 – Рівень води, см,  
р. Ветьма – с. Круча, 2005 р.

Відм. «0» гр. в/п = 12,71 м БС

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	54	64	72	142	84	40	30	34	30	32	36	60
2	54	64	70	134	77	41	30	35	30	31	36	60
3	54	65	68	126	72	42	30	36	36	31	37	62
4	56	66	71	120	72	43	30	38	45	31	39	65
5	58	68	74	116	68	44	30	40	38	32	40	68
6	60	69	76	114	66	44	32	41	38	34	41	68
7	58	70	77	122	64	48	34	43	36	34	42	70
8	56	71	79	128	60	50	34	40	36	34	42	72
9	57	71	81	130	56	52	35	38	36	35	42	73
10	58	71	82	131	55	52	37	36	36	36	42	73
11	56	70	84	130	53	50	37	35	36	36	42	87
12	55	70	84	127	51	48	36	33	37	36	42	110
13	55	70	84	106	51	46	35	33	38	36	67	117
14	56	70	84	90	50	44	33	32	36	36	72	123
15	56	71	82	92	49	44	33	32	38	36	60	114
16	56	72	82	98	47	42	34	32	38	37	52	106
17	57	73	82	101	46	40	56	32	37	37	48	98
18	57	73	84	106	44	40	50	33	37	37	47	92
19	58	74	85	111	44	38	60	34	37	36	46	88
20	59	74	86	112	44	39	60	35	36	37	47	84
21	60	74	88	106	43	40	61	34	34	36	48	84
22	60	74	90	95	42	38	64	32	34	36	50	84
23	60	74	90	90	43	38	64	32	34	35	52	85
24	62	75	93	88	42	37	60	32	33	35	53	84
25	63	72	96	89	40	36	52	30	33	34	54	85
26	64	74	104	88	40	35	43	30	33	35	54	85
27	62	74	117	92	40	34	38	30	32	35	54	85
28	62	73	129	94	40	32	36	30	33	35	55	85
29	62		140	94	39	32	34	29	32	35	57	85
30	62		144	92	39	30	34	29	31	35	57	84
31	63		146		39		34	29		35		83
Сер. за міс.	58	71	91	109	52	41	41	34	35	35	48	84
Найб.	64	75	146	142	84	52	64	43	45	37	72	123
Найм.	54	64	68	88	39	30	30	29	30	31	36	60
Сер. за рік: 58 см. Найб.: 146 см, 31.03. Найм.: 29 см, 29-31.08.												

Таблиця 2.9 – Витрата води, м<sup>3</sup>/с,  
при вільному руслі, р. Ветьма – с. Круча, 2005 р.

$Q =$  \_\_\_\_\_ м<sup>3</sup>/с;  $W =$  \_\_\_\_\_ км<sup>3</sup>;  $Y =$  \_\_\_\_\_ мм;  $M =$  \_\_\_\_\_ л/(с·км<sup>2</sup>);  $F = 1078$  км<sup>2</sup>

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1					9,05	3,26	2,19	2,60	2,19	2,39	2,82	
2					8,03	3,37	2,19	2,71	2,19	2,29	2,82	
3					7,32	3,48	2,19	2,82	2,82	2,29	2,92	
4					7,32	3,60	2,19	3,03	3,83	2,29	3,14	
5					6,76	3,71	2,19	3,26	3,03	2,39	3,26	
6					6,49	3,71	2,39	3,37	3,03	2,60	3,37	
7					6,22	4,19	2,60	3,60	2,82	2,60	3,48	
8					5,69	4,43	2,60	3,26	2,82	2,60	3,48	
9					5,18	4,67	2,71	3,03	2,82	2,71	3,48	
10					5,05	4,67	2,92	2,82	2,82	2,82	3,48	
11					4,80	4,43	2,92	2,71	2,82	2,82	3,48	
12					4,55	4,19	2,82	2,50	2,92	2,82	3,48	
13				12,5	4,55	3,95	2,71	2,50	3,03	2,82		
14				9,95	4,43	3,71	2,50	2,39	2,82	2,82		
15				10,3	4,31	3,71	2,50	2,39	3,03	2,82		
16				11,2	4,07	3,48	2,60	2,39	3,03	2,92		
17				11,7	3,95	3,26	5,18	2,39	2,92	2,92		
18				12,5	3,71	3,26	4,43	2,50	2,92	2,92		
19				13,3	3,71	3,03	5,69	2,60	2,92	2,82		
20				13,5	3,71	3,14	5,69	2,71	2,82	2,92		
21				12,5	3,60	3,26	5,82	2,60	2,60	2,82		
22				10,7	3,48	3,03	6,22	2,39	2,60	2,82		
23				9,95	3,60	3,03	6,22	2,39	2,60	2,71		
24				9,65	3,48	2,92	5,69	2,39	2,50	2,71		
25				9,80	3,26	2,82	4,67	2,19	2,50	2,60		
26				9,65	3,26	2,71	3,60	2,19	2,50	2,71		
27				10,3	3,26	2,60	3,03	2,19	2,39	2,71		
28				10,6	3,26	2,39	2,82	2,19	2,50	2,71		
29				10,6	3,14	2,39	2,60	2,09	2,39	2,71		
30				10,3	3,14	2,19	2,60	2,09	2,29	2,71		
31					3,14		2,60	2,09		2,71		
Сер. за міс.					4,69	3,42	3,46	2,59	2,75	2,69		
Найб.					9,05	4,67	6,22	3,60	3,83	2,92		
Найм.					3,14	2,19	2,19	2,09	2,19	2,29		
Найбільша: _____ м <sup>3</sup> /с, _____, _____. Найменша: _____ м <sup>3</sup> /с, _____, _____.												

### 2.2.3 Контрольні запитання до завдання № 2

1. З якою частотою виконуються вимірювання витрат води в залежності від фаз водного режиму?
2. Що таке стік води та для яких періодів його розраховують?
3. Для яких періодів та які дані використовують при побудові КВВ?
4. В якому порядку будується КВВ?
5. Які ще криві будуються при побудові КВВ та для чого?
6. Що роблять при побудові КВВ з точками, які відхилилися від загальної смуги точок більш ніж на 10 %?
7. Які умовні позначення використовують при побудові кривих зв'язку  $Q = f(H)$ ,  $F = f(H)$  та  $V = f(H)$ ?
8. Яким чином будують криві  $F = f(H)$  та  $V = f(H)$ ?
9. Яким рівнянням повинні бути пов'язані між собою криві зв'язку  $Q = f(H)$ ,  $F = f(H)$  та  $V = f(H)$ ?
10. Поясніть яким чином формується таблиця «Ув'язка кривих ...»?
11. Як розраховується таблиця координат кривої витрат (ККВ)?
12. З якою точністю складається таблиця ККВ?
13. Яким чином формується таблиця обчислення імовірної похибки побудови КВВ?
14. Поясніть формулу обчислення середньої імовірної похибки ( $\delta$ )?
15. Коли залежність  $Q = f(H)$  вважають надійною та однозначною?
16. З використанням якої програми та файлу виконувалася автоматизована побудова КВВ в цьому завданні?
17. На якому листі файлу «ПР-АОСХР.xls» знаходяться вихідні дані для побудови КВВ та що входить до їхнього складу?
18. На якому листі файлу «ПР-АОСХР.xls» та як будується КВВ?
19. Як апроксимується аналітичне рівняння КВВ в цьому завданні?
20. Які аналітичні рівняння для апроксимації КВВ можна використовувати при застосуванні для цього майстра діаграм MS Excel?
21. Яке рівняння і детермінант кореляції отримані вами при апроксимації КВВ в цьому завданні та як в ньому позначені  $Q$  та  $H$ ?
22. На якому листі файлу «ПР-АОСХР.xls» та як обчислюється імовірна похибка побудови КВВ?
23. Яку величину середньої імовірної похибки отримано вами та який висновок зроблено стосовно надійності й однозначності вашої КВВ?
24. На якому листі файлу «ПР-АОСХР.xls» та для чого вносяться дані в таблицю «Рівень води»?
25. На якому листі файлу «ПР-АОСХР.xls» та яким чином формується таблиця «Витрата води, м<sup>3</sup>/с, при вільному руслі»?

### 3. ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2 «РОЗРАХУНОК СТОКУ ВОДИ ПРИ ЛЬДОВИХ ЯВИЩАХ І ЗАРОСТАННІ РУСЛА, ОБЧИСЛЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК СТОКУ ТА ФОРМУВАННЯ ТАБЛИЦІ ЩОДЕННИХ ВИТРАТ ВОДИ»

#### *Мета роботи:*

виконати автоматизований розрахунок середньодобових витрат води для періодів року з льодовими явищами і зарослому руслі; обчислити основні характеристики стоку води для місяців року та за рік; сформувати таблицю щоденних витрат води за формою ТГ-2 з використанням персонального комп'ютера (ПК) за допомогою MS Excel.

#### *Завдання роботи:*

**Завдання № 1.** З використанням ПК за допомогою MS Excel виконайте автоматизовану побудову графіків перехідних коефіцієнтів та розрахуйте середньодобові витрати води для періодів року з льодовими явищами і зарослому руслі. Алгоритм і приклад побудови графіків перехідних коефіцієнтів та обчислення середньодобових витрат води наведено нижче за текстом в розділі 3.1.

**Завдання № 2.** З використанням ПК за допомогою MS Excel розрахуйте основні характеристики стоку води ( $W$  – об'єм стоку, км<sup>3</sup> або млн. м<sup>3</sup>;  $M$  – модуль стоку, л/(с·км<sup>2</sup>);  $H$  – шар стоку, мм) для місяців року та за рік, та підготуйте таблицю щоденних витрат води за формою ТГ-2. Алгоритм і приклад розрахунку характеристик стоку та заповнення таблиці щоденних витрат води за формою ТГ-2 наведено нижче за текстом в розділі 3.2.

#### *Вихідні дані для виконання роботи:*

опубліковані в матеріалах Державного водного кадастру (ДВК) серії 2 «Щорічні дані про режим і ресурси поверхневих вод суші» (гідрологічний щорічник) розділу 1 «Поверхневі води» частини 1 «Річки і канали» [1] наступні таблиці: «Виміряні витрати води», «Рівень води».

Для автоматизованого розрахунку середньодобових витрат води в періоди року з льодовими явищами і зарослому руслі використовуються матеріали, опубліковані в таблиці 1.4 «Виміряні витрати води».

Для автоматизованого обчислення основних характеристик стоку води для місяців року та за рік використовуються середньодобові витрати води, обчисленні для періодів при вільному руслі (завдання № 2,

практичної роботи № 1) та в періоди року з льодовими явищами і зарослому руслі (завдання № 1, практичної роботи № 2).

### 3.1 Пояснення до виконання завдання № 1 «Обчислення стоку води при льодових явищах та зарослому руслі»

#### 3.1.1 Теоретична частина до завдання № 1

На більшості річок України глибокою осінню, після стійкого переходу температури повітря через 0 °С в негативні значення, на поверхні води з'являються льодові явища – шуга, забереги, льодохід. При подальшому зниженні температур повітря та охолодженні річкових вод на поверхні річок може утворитися суцільний льодостав, а також супутні йому явища – затори та зажори. У період тривалої зимової відлиги, а також у весняний період льодостав порушується, утворюючи льодохід, спочатку густий, а потім середній та рідкий. У зв'язку з динамічністю згаданих вище льодових явищ та їхньою зміною, гідравлічні умови протікання води на ділянці гідроствору змінюються протягом усього осінньо-зимово-весняного періоду. Цей вплив порушує однозначність залежності витрат від рівнів, відхиляючи точки витрат ліворуч від кривої, побудованої по витратах вільного русла. Зменшення зимових витрат в порівнянні з витратами при вільному руслі для одних і тих же рівнів пов'язане з тим, що льодові явища створюють додатковий опір річковому потоку за рахунок підпору русла річки льодовими формами, а також в зв'язку із збільшенням площі тертя за рахунок нижньої поверхні льоду (при льодоставі площа змоченого периметра практично подвоюється).

У гідрометричній практиці при обчисленнях добового стоку води зазвичай застосовується метод зимових перехідних коефіцієнтів  $K_{зим}$ , введених С. Колупайло, як характеристику пропускнуєї спроможності річкового русла:

$$K_{зим} = \frac{Q_{зим}}{Q_{віль}}, \quad (3.1)$$

де  $Q_{зим}$  і  $Q_{віль}$  – відповідно, витрати води виміряні при льодових явищах і визначені за допомогою КВВ для вільного русла, при однаковому рівні води.

Залежність перехідного коефіцієнта  $K_{зим}$  від чинників, що його визначають, може бути записана за допомогою виразів для  $Q_{зим}$  і  $Q_{віль}$ , відповідно, (3.4) та (3.5), складених на базі формули Шезі (3.2) з використанням формули Шезі-Манінга (3.3):

$$Q = F \cdot V_{сер} = -\frac{F}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}, \quad (3.2)$$

де  $F$  – площа водного перерізу русла;  $R$  – гідравлічний радіус русла (для широких русел  $R$  приблизно дорівнює середній глибині русла  $h_{сер}$ );  $I$  – п'єзометричний уклон водної поверхні;  $n$  – коефіцієнт шорсткості русла;  $V_{сер}$  – середня швидкість течії, що обчислюється за формулою Шезі-Маннінга:

$$V_{сер} = C \cdot \sqrt{R \cdot I} = \frac{R^{\frac{2}{3}}}{n} \cdot I^{\frac{1}{2}}, \quad (3.3)$$

де  $C$  – коефіцієнт Шезі;

$$Q_{зим} = \frac{F_{зим} \cdot h_{зим}^{\frac{2}{3}} \cdot I_{зим}^{\frac{1}{2}}}{n_{зим}}, \quad (3.4)$$

$$Q_{віл} = \frac{F_{віл} \cdot h_{віл}^{\frac{2}{3}} \cdot I_{віл}^{\frac{1}{2}}}{n_{віл}}. \quad (3.5)$$

Вираз для  $K_{зим}$  можна скласти, поділивши рівняння (3.4) на (3.5), оскільки витрати  $Q_{зим}$  і  $Q_{віл}$  віднесені до одного рівня:

$$K_{зим} = \frac{F_{зим}}{F_{віл}} \cdot \left( \frac{h_{зим}}{h_{віл}} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot \frac{n_{зим}}{n_{віл}} \cdot \left( \frac{I_{зим}}{I_{віл}} \right)^{\frac{1}{2}}. \quad (3.6)$$

При наявності льодоставу добуток перших двох множників виразу (2.6) завжди менше за 1, а його величина залежить від глибини затопленого льоду, оскільки  $F_{зим}$  менше живого перетину  $F_{віл}$  на величину площі затопленого льоду, а  $h_{зим}$  менше  $h_{віл}$  на глибину затопленого льоду.

Третій множник також завжди менше за 1, оскільки коефіцієнт шорсткості русла з льодовими явищами перевищує шорсткість русла без таких. Відношення ухилів може бути різним в залежності від місцеположення ділянки створу по відношенню до форм русла в плані та характеристик його поздовжнього профілю.

На жаль, рівнянням (3.6) практично важко скористатися для розрахунків коефіцієнтів  $K_{зим}$  та обчислити їх добові значення. Це пов'язано з тим, що один чинник – коефіцієнт шорсткості, не може бути встановлено на кожен добу через відсутність методів його вимірювання. Він може бути обчислений тільки зворотним розрахунком з формули Шезі-Маннінга – за середньою в перерізі швидкості течії, отриманої при вимірюванні витрати води. Тому в свій час С. Колупайло запропонував визначати добові зимові

коефіцієнти  $K_{зим}$ , знімаючи їх значення з інтерполяційної лінії, яка з'єднує точки на хронологічному графіку  $K_{зим}$ , що будується за даними вимірювань зимових витрат води (рис. 3.1).

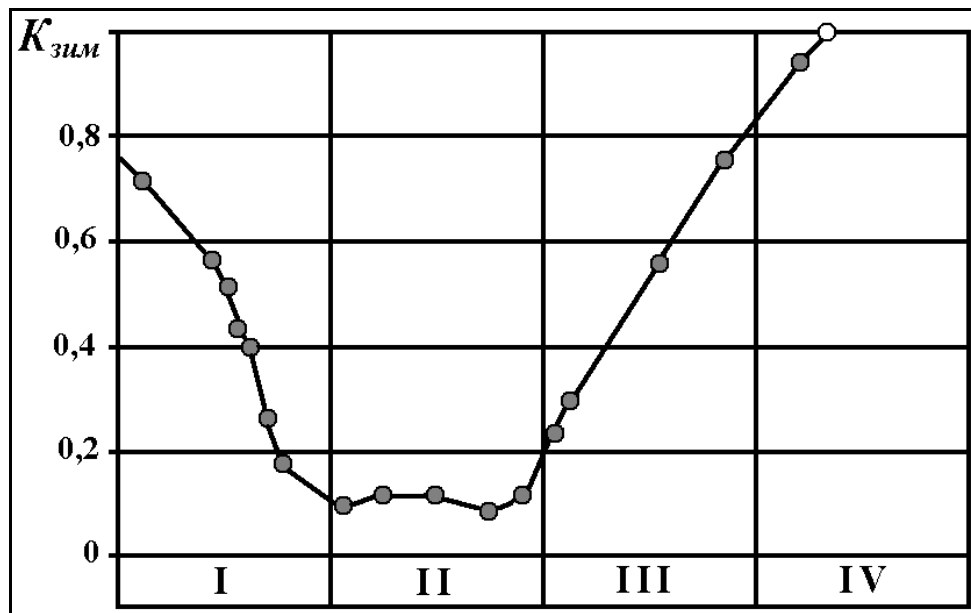


Рис. 3.1 – Графік перехідних коефіцієнтів  $K_{зим}$ , початок року, р. Дністер – с. Маяки, 2010 р.

Встановлені таким чином коефіцієнти  $K_{зим,j}$  на  $j$ -ту добу дозволяють, при відомій витраті води визначеної для вільного русла  $Q_{віль,j}$ , що знята з кривої витрат для рівня  $H_j$ ,  $j$ -ої доби, обчислити  $Q_{зим,j}$  на цю ж добу:

$$Q_{зим,j} = Q_{віль,j} \cdot K_{зим,j}. \quad (3.7)$$

Потрібно зазначити, що кінець (початок) графіка  $K_{зим}$  для періодів з льодовими явищами відповідає значенню  $K_{зим} = 1$ . Вони доводяться на дати, коли існує однозначна залежність витрат води від рівнів, тобто вільне русло. Уточнення хронологічного графіка  $K_{зим}$ , з невеликим числом вимірювань витрат при льодоставі проводиться за вимогами нормативної літератури.

Заростання річкових русел водною рослинністю спостерігається в різних кліматичних зонах, яскравіше – на невеликих рівнинних річках в зоні помірного та більш теплого клімату. При цьому гідравлічний зв'язок між витратами та рівнями води порушується – точки, які відповідають виміряним витратам і середнім швидкостям течії за наявності рослинності, розташовуються зліва від основних однозначних КВВ для вільного русла. Найбільший вплив на зв'язок витрат і швидкостей води з рівнями води рослинність має в період її повного розвитку.

У періоди заростання русла для обчислення стоку води також використовується метод інтерполяційного хронологічного графіка перехідних коефіцієнтів  $K_{зар}$ .

Значення коефіцієнта  $K_{зар}$  обчислюються за відношенням витрати, виміряної при зарослому травною руслі, до витрати, знятої з однозначної кривої витрат для вільного русла, при однаковому рівні води, тобто (3.8):

$$K_{зар} = \frac{Q_{зар}}{Q_{віль}}, \quad (3.8)$$

де  $Q_{зар}$  і  $Q_{віль}$  – відповідно, витрати води виміряні при зарослому водною рослинністю руслі та визначені за допомогою КВВ для вільного русла, при однаковому рівні води.

Добові витрати при заростанні русла річки обчислюються з використанням інтерполяційного хронологічного графіка  $K_{зар}$ , аналогічно розрахунку їх при наявності льодових явищ.

Корисно знати, що в методиках обчислення стоку води при зарослому водною рослинністю руслі та при льодових явищах (розрахунок виконується за допомогою хронологічних інтерполяційних графіків перехідних коефіцієнтів  $K_{зар}$  та  $K_{зим}$ ) є багато спільного, але причини зменшення пропускної спроможності русла є різними, тому й самі процеси стоку води мають неоднакову природу.

### 3.1.2 Практична частина до завдання № 1

Відповідно до завдання № 1 побудова графіків перехідних коефіцієнтів  $K_{зим}$  та  $K_{зар}$  і розрахунок середньодобових витрати води для періодів року з льодовими явищами та зарослому руслі виконується з використанням ПК за допомогою MS Excel. Для цього використовується вищезгаданий спеціальний розрахунковий «файл-шаблон» програмної оболонки MS Excel – «ПР-АОСХР.xls», де підготовлені листи з «шаблонами» таблиць і графіків, в яких автоматично будуються графіки перехідних коефіцієнтів  $K_{зим}$  та  $K_{зар}$  та розраховуються середньодобові витрати води для періодів року з льодовими явищами і зарослому руслі.

Для побудови графіків перехідних коефіцієнтів  $K_{зим}$  на початку та в кінці року необхідно відкрити файл «ПР-АОСХР.xls» і в таблицю 1.5 «Виміряні витрати та рівні води, при льодових явищах на поч. року» – лист «ВВВ-л.я.поч.р.» (табл. 3.1), внести дані про виміряні витрати води при льодових явищах на початку року, а в таблицю 1.6 «Виміряні витрати та рівні води, при льодових явищах в кінці року» – лист «ВВВ-л.я.кін.р.» (табл. 3.2), внести дані про виміряні витрати води при льодових явищах в кінці року, при цьому: **1** – в першій (останній) строчці необхідно внести дату передостаннього (першого) дня з вільним руслом перед (після) періодом з льодовими явищами та внести у стовпчик з коефіцієнтами 1,00;



2 – номери в першому стовпчику повинні відповідати порядковим номерам з таблиці вихідних даних.

Таблиця 3.1 – Виміряні витрати та рівні води, при льодових явищах на поч. року, р. Салгир – с. Листвяне, 2009 р.

№	Дата	Гідроствір	Стан	$H$ , см	$Q_{зим}$ , $м^3/с$	$Q_{віл}$ , $м^3/с$	$K_{зим}$
1	06.01	1	лдст	60	2,94	5,69	0,52
2	16.01	1	лдст	56	2,08	5,17	0,40
3	28.01	1	лдст	62	1,87	5,95	0,31
4	09.02	1	лдст	71	2,22	7,17	0,31
5	16.02	1	лдст	72	2,18	7,31	0,30
6	28.02	1	лдст	73	1,99	7,45	0,27
7	11.03	1	лдст	84	2,17	9,04	0,24
8	20.03	1	лдст	87	2,58	9,49	0,27
9	27.03	1	лдст	112	4,90	13,4	0,36
10	29.03	1	лдст	140	7,41	18,3	0,41
11	03.04	1	лдст	125	6,22	15,6	0,40
12	06.04	1	лдст	113	5,74	13,6	0,42
13	09.04	1	лдст	130	7,93	16,5	0,48
14	13.04	1	рлдх	98	9,70	11,2	0,87
–	23.04	–	св	–	–	–	1,00

Таблиця 3.2 – Виміряні витрати та рівні води, при льодових явищах в кінці року, р. Салгир – с. Листвяне, 2009 р.

№	Дата	Гідроствір	Стан	$H$ , см	$Q_{зим}$ , $м^3/с$	$Q_{віл}$ , $м^3/с$	$K_{зим}$
–	18.10	–	св	–	–	–	1,00
44	26.10	1	лдст	35	2,53	2,71	0,93
45	03.11	1	лдст	37	2,47	2,92	0,85
46	14.11	1	лдст	70	2,41	7,03	0,34
47	17.11	1	лдст	47	1,64	4,06	0,40
48	30.11	1	лдст	57	2,13	5,30	0,40
49	13.12	1	лдст	116	8,17	14,1	0,58
50	20.12	1	лдст	84	5,13	9,04	0,57
51	30.12	1	лдст	83	4,10	8,89	0,46

Далі автоматично на листах «Кзим-поч.р.» та «Кзим-кін.р.» будуються графіки перехідних коефіцієнтів  $K_{зим}$  для початку (рис. 3.2) та кінця року (рис. 3.3).

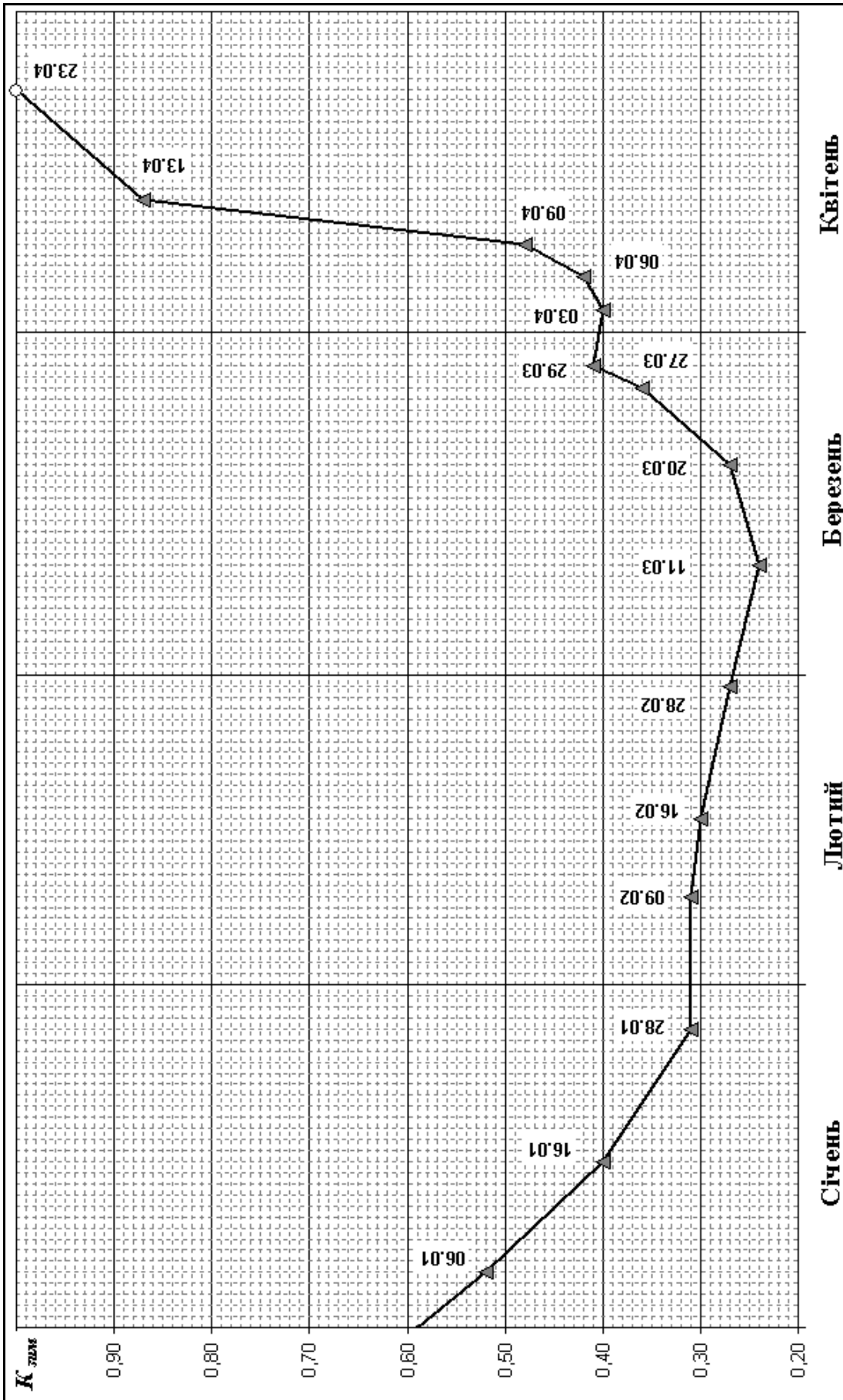


Рис. 3.2 – Графік перехідних коефіцієнтів  $K_{3mm}$  (початок року), р. Салгир – с. Листвяне, 2009 р.

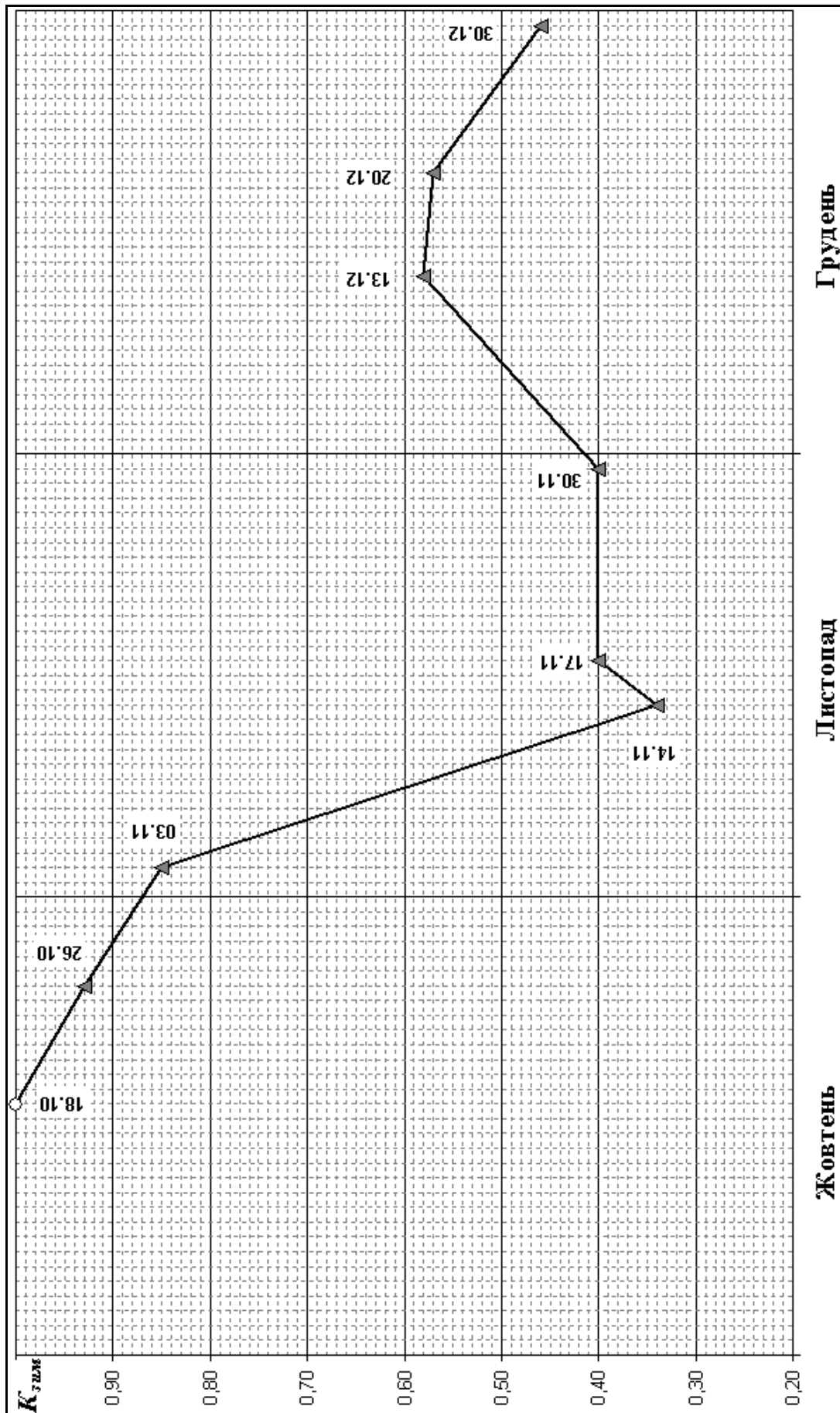


Рис. 3.3 – Графік перехідних коефіцієнтів  $K_{3,4M}$  (кінець року), р. Салпир – с. Листвяне, 2009 р.

Далі зняті з графіків перехідних коефіцієнтів  $K_{зим}$  (рис. 3.2 та 3.3) добові значення  $K_{зим,j}$ , вносяться в таблицю 3.7 «Обчислення щоденних витрат води, м<sup>3</sup>/с, при льодових явищах» (табл. 3.3) – лист «ЩВВ-л.я.», де з використанням витрат води, визначених для вільного русла  $Q_{віль,j}$  по КВВ (або аналітичному рівнянню) для рівнів  $H_j$  на кожну  $j$ -у добу, обчислюються  $Q_{зим,j}$  для всіх діб періодів з льодовими явищами.

Таблиця 3.3 – Обчислення щоденних витрат води, м<sup>3</sup>/с, при льодових явищах, р. Салгір – с. Листвяне, 2009 р.

Дата	$H_j$ , см	$Q_{віль,j}$ , м <sup>3</sup> /с	$K_{зим,j}$	$Q_{зим,j}$ , м <sup>3</sup> /с
01.01	102	11,8	0,59	6,97
02.01	102	11,8	0,58	6,85
03.01	100	11,5	0,56	6,44
04.01	98	11,2	0,55	6,15
05.01	92	10,2	0,54	5,53
06.01	90	9,94	0,52	5,17
07.01	90	9,94	0,51	5,07
08.01	91	10,1	0,50	5,05
09.01	92	10,2	0,48	4,92
10.01	94	10,6	0,47	4,96
11.01	94	10,6	0,46	4,86
12.01	94	10,6	0,45	4,75
...	...	...	...	...
19.12	56	5,17	0,57	2,95
20.12	56	5,17	0,57	2,95
21.12	57	5,30	0,56	2,97
22.12	56	5,17	0,55	2,84
23.12	60	5,69	0,54	3,07
24.12	60	5,69	0,53	3,01
25.12	60	5,69	0,52	2,96
26.12	60	5,69	0,50	2,84
27.12	60	5,69	0,49	2,79
28.12	60	5,69	0,48	2,73
29.12	61	5,82	0,47	2,73
30.12	60	5,69	0,46	2,62
31.12	60	5,69	0,45	2,56

Для побудови графіка перехідних коефіцієнтів  $K_{зар}$  необхідно відкрити файл «ПР-АОСХР.xls» і в таблицю 1.8 «Виміряні витрати та рівні води, при зарослому руслі» – лист «ВВВ-з.р.» (табл. 3.4), внести дані про виміряні витрати води в період зарослого русла, при цьому: **1** – в першій і останній строчці необхідно внести дату передостаннього та першого дня з вільним руслом перед і після періоду зарослого русла та внести у стовпчик з коефіцієнтами 1,00; **2** – номери в першому стовпчику повинні відповідати порядковим номерам з таблиці вихідних даних.

Таблиця 3.4 – Виміряні витрати та рівні води, при зарослому руслі, р. Салгір – с. Листвяне, 2009 р.

№	Дата	Гідроствір	Стан	$H$ , см	$Q_{зар}$ , м <sup>3</sup> /с	$Q_{вил}$ , м <sup>3</sup> /с	$K_{зар}$
–	06.06	–	св	–	–	–	1,00
26	15.07	1	тр	33	1,78	2,50	0,71
27	19.07	1	тр	60	3,17	5,69	0,56
28	05.09	1	тр	38	2,61	3,03	0,86
29	15.10	1	тр	36	2,64	2,81	0,94
–	18.10	–	св	–	–	–	1,00

Після цього автоматично на листі «Кзар» будується графік перехідних коефіцієнтів  $K_{зар}$  (рис. 3.4).

Далі зняті з графіків перехідних коефіцієнтів  $K_{зар}$  (рис. 3.4) добові значення  $K_{зар,j}$ , вносяться в таблицю 1.9 «Обчислення щоденних витрат води, м<sup>3</sup>/с, при зарослому руслі» (табл. 3.5) – лист «ЩВВ-з.р.», де з використанням витрат води, визначених для вільного русла  $Q_{вил,j}$  по КВВ (або аналітичному рівнянню) для рівнів  $H_j$  на кожен  $j$ -у добу, обчислюються  $Q_{зар,j}$  для всіх діб періоду з зарослим руслом.

Таблиця 3.5 – Обчислення щоденних витрат води, м<sup>3</sup>/с, при зарослому руслі, р. Салгір – с. Листвяне, 2009 р.

Дата	$H_j$ , см	$Q_{вил,j}$ , м <sup>3</sup> /с	$K_{зар,j}$	$Q_{зар,j}$ , м <sup>3</sup> /с
...	...	...	...	...
18.07	50	4,42	0,60	2,65
19.07	60	5,69	0,56	3,19
20.07	60	5,69	0,57	3,24
...	...	...	...	...
15.10	36	2,81	0,94	2,65
16.10	37	2,92	0,96	2,81
17.10	37	2,92	0,98	2,86

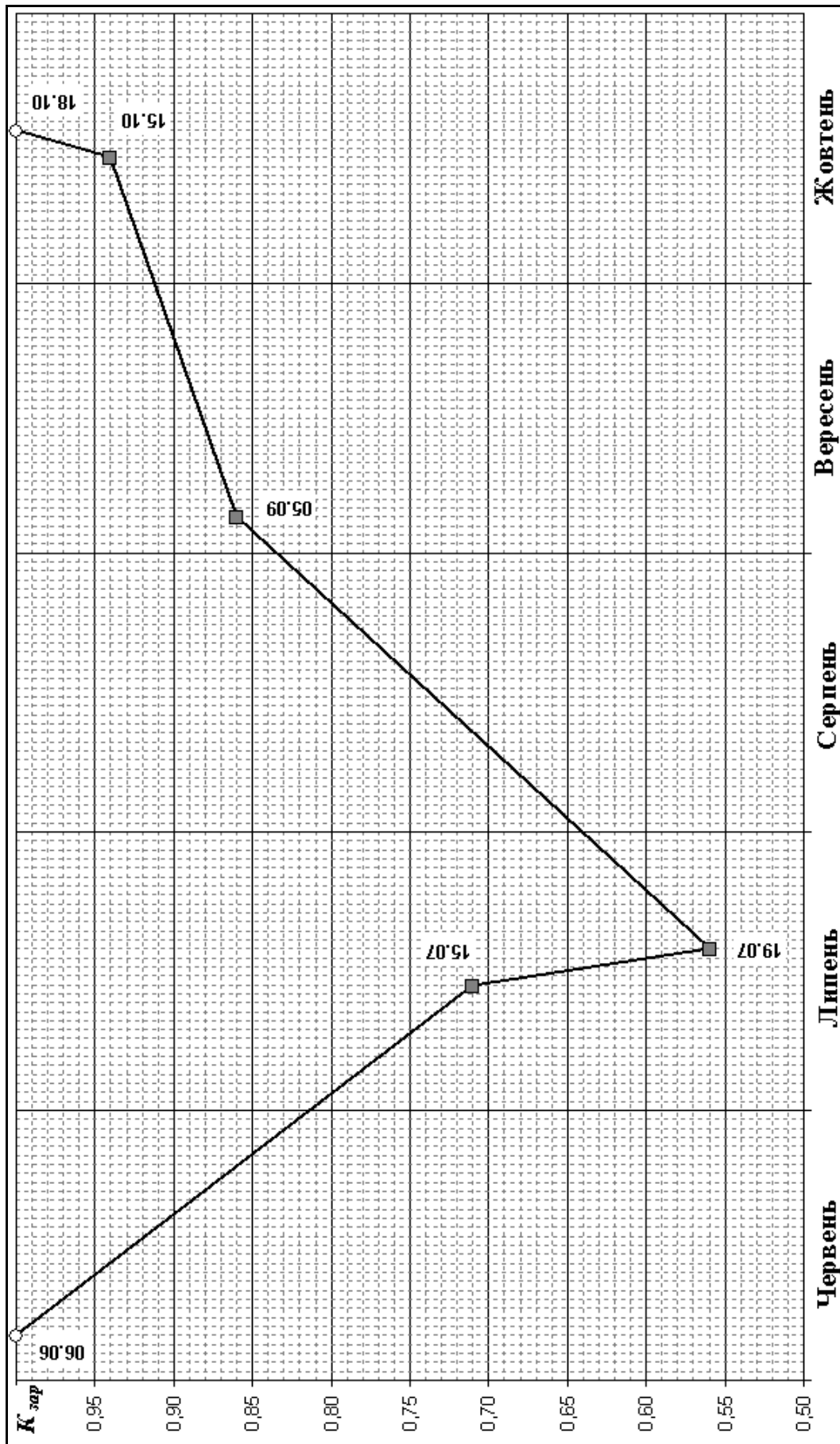


Рис. 3.4 – Графік перехідних коефіцієнтів  $K_{зар}$ , р. Салгір – с. Листвяне, 2009 р.

### 3.1.3 Контрольні запитання до завдання № 1

1. Які льодові явища та коли спостерігаються на річках?
2. Яким чином відбувається заростання русла річки водною рослинністю та коли це спостерігається?
3. Яким чином льодові явища впливають рух води у руслах річок?
4. Яким чином водна рослинність впливає рух води у руслах річок?
5. Поясніть як і з використанням яких даних розраховується зимовий перехідний коефіцієнт  $K_{зим}$ , ким цей коефіцієнт було введено в гідрометричну практику та для чого?
6. Яким чином виконується розрахунок витрат води в руслі річок з використанням формули Шезі, поясніть її?
7. Яким чином виконується розрахунок середньої швидкості течії в руслі річок з використанням формули Шезі-Манінга, поясніть її?
8. Яким чином обчислюють зимовий перехідний коефіцієнт  $K_{зим}$  з використанням формули Шезі та поясніть чому він менше за 1?
9. Поясніть як і з використанням яких даних розраховується перехідний коефіцієнт  $K_{зар}$ ?
10. У якій послідовності та з використанням яких даних будуються графіки перехідних коефіцієнтів  $K_{зим}$  та  $K_{зар}$ ?
11. Яким чином і з використанням яких даних обчислюються добові значення витрат води для періодів з льодовими явищами ( $Q_{зим,j}$ ) та при зарослому водною рослинністю руслі ( $Q_{зар,j}$ )?
12. Чи є однаковими причини зменшення пропускної спроможності русла річки при його заростанні водною рослинністю та при льодових явищах в ньому, поясніть це?
13. На яких листах файлу «ПР-АОСХР.xls» знаходяться вихідні дані для побудови графіків  $K_{зим}$  та що входить до їхнього складу?
14. На яких листах файлу «ПР-АОСХР.xls» та як будуються графіки  $K_{зим}$  для початку та кінця року?
15. На якому листі файлу «ПР-АОСХР.xls» та як обчислюються щоденні витрати води при льодових явищах?
16. На якому листі файлу «ПР-АОСХР.xls» знаходяться вихідні дані для побудови графіку  $K_{зар}$  та що входить до їхнього складу?
17. На якому листі файлу «ПР-АОСХР.xls» та яким чином будується графік  $K_{зар}$ ?
18. На якому листі файлу «ПР-АОСХР.xls» та як обчислюються щоденні витрати води при зарослому водною рослинністю руслі?



## 3.2 Пояснення до виконання завдання № 2 «Обчислення характеристик стоку води та формування таблиці ЦВВ»

### 3.2.1 Теоретична частина до завдання № 2

До основних характеристик стоку води, які обчислюються при складанні таблиці «Витрата води» належать:

- середньорічна  $\bar{Q}_p$  та середньомісячні  $\bar{Q}_j$  витрати води в м<sup>3</sup>/с;
- об'єм стоку  $W$  в км<sup>3</sup> або млн. м<sup>3</sup>;
- модуль стоку  $M$  в л/(с·км<sup>2</sup>) або  $q_p$  в м<sup>3</sup>/(с·км<sup>2</sup>);
- шар стоку  $H$  або  $Y$  в мм.

Середньорічна витрата води  $\bar{Q}_p$  в м<sup>3</sup>/с обчислюється за виразом:

$$\bar{Q}_p = \sum_{i=1}^n Q_i / n, \quad (3.9)$$

де  $Q_i$  – середньодобові витрати води для всіх діб року в м<sup>3</sup>/с;  
 $n$  – кількість діб в році (365 або 366).

Середньомісячні витрати води  $\bar{Q}_j$  обчислюється за виразом:

$$\bar{Q}_j = \sum_{i=1}^n Q_i / n, \quad (3.10)$$

де  $Q_i$  – середньодобові витрати води для всіх діб місяцю в м<sup>3</sup>/с;  
 $n$  – кількість діб в місяці (28, 29, 30 або 31).

Середню витрату води також можна визначити за декаду або сезон року та багаторічний період.

Об'єм стоку за рік  $W_p$  в км<sup>3</sup> або млн. м<sup>3</sup> – кількість води, що надходить з водозбору за рік (також можна визначити за добу, декаду, місяць, сезон і т. д.). Об'єм стоку за рік обчислюється за формулою:

$$W_p = \bar{Q}_p \cdot T_p, \quad (3.11)$$

де  $T_p$  – кількість секунд в році в с (31536000 або 31622400 с).  
Кількість секунд в році  $T_p$  обчислюється за виразом:

$$T_p = 86400 \cdot n, \quad (3.12)$$

де  $n$  – кількість діб в році (365 або 366).

Об'єм стоку за місяць  $W_j$  обчислюється за формулою:

$$W_j = \bar{Q}_j \cdot T_j, \quad (3.13)$$

де  $T_j$  – кількість секунд в місяці в с.

Кількість секунд в місяці  $T_j$  обчислюється за виразом:

$$T_j = 86400 \cdot n, \quad (3.14)$$

де  $n$  – кількість днів в місяці (28, 29, 30 або 31).

Модуль стоку за рік  $M_p$  в л/(с·км<sup>2</sup>) або  $q_p$  в м<sup>3</sup>/(с·км<sup>2</sup>) – кількість води (1 л), що надходить з одиниці площі водозбору (з 1 м<sup>2</sup>) за одиницю часу (за 1 с). Також можна визначити модуль стоку за добу, декаду, місяць, сезон і т. д. Модуль стоку за рік визначається за формулою:

$$M_p = \bar{Q}_p \cdot 10^3 / F \quad (3.15)$$

або

$$q_p = \bar{Q}_p / F, \quad (3.16)$$

де  $F$  – площа водозбору в км<sup>2</sup>;  $10^3$  – перевідний коефіцієнт з м<sup>3</sup> в л.

Модуль стоку за місяць  $M_j$  або  $q_j$  визначається за формулою:

$$M_j = \bar{Q}_j \cdot 10^3 / F \quad (3.17)$$

або

$$q_j = \bar{Q}_j / F. \quad (3.18)$$

Шар стоку за рік  $H$  або  $Y$  в мм – кількість води, що надходить з водозбору за рік, яка дорівнює товщині шару, рівномірно розподіленого по площі водозбору (також можна визначити за місяць, водопілля, паводок, сезон і т. д.). Шар стоку за рік обчислюється за формулою:

$$H_p = Y_p = W_p / (F \cdot 10^3), \quad (3.19)$$

де  $10^3$  – коефіцієнт розмірності.

Шар стоку за місяць обчислюється за формулою:

$$H_j = Y_j = W_j / (F \cdot 10^3). \quad (3.20)$$

Шар стоку за будь-який період часу обчислюється за формулою:

$$H = Y = 86,4 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{F}, \quad (3.21)$$

де  $n$  – кількість днів в періоді часу; 86,4 – перевідний коефіцієнт.

Таблиця «Витрата води» складається за формою ТГ-2 (табл. 3.6), де витрати води на кожен добу року для періодів з льодовими явищами та при зарослому руслі обчислюються за методом, що наведено в розділі 3.1, а при вільному руслі – за методом наведеним в розділі 2.2.

Таблиця 3.6 – Витрата води, м<sup>3</sup>/с,  
р. Ветьма – с. Круча, 2005 р.

$Q = 9,47 \text{ м}^3/\text{с}; W = 0,299 \text{ км}^3; Y = 277 \text{ мм}; M = 8,78 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2); F = 1078 \text{ км}^2$

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	12,0	6,74	4,91	22,85	14,2	7,24	9,64	7,24	9,78	7,51	7,24	9,64
2	10,2	7,36	4,53	4,67	13,4	7,79	8,34	7,38	10,1	6,85	7,79	8,34
3	6,65	6,51	4,52	4,54	12,6	8,62	7,65	8,34	7,38	6,71	8,62	7,65
4	6,06	6,22	4,52	4,53	12,1	9,20	7,65	8,91	6,71	6,71	9,20	7,65
5	6,26	6,11	4,52	4,53	11,2	10,4	8,06	9,20	6,45	6,71	10,4	8,06
6	6,26	6,16	4,76	4,76	10,5	11,9	9,78	9,64	6,45	6,33	11,9	9,78
7	6,26	5,88	4,89	4,89	10,1	11,0	10,1	8,34	6,45	6,20	11,0	10,1
8	5,33	5,61	5,03	5,03	9,49	11,9	11,2	7,79	6,33	6,20	11,9	11,2
9	5,79	5,89	5,22	5,22	9,20	11,0	12,9	9,20	6,45	6,58	11,0	12,9
10	6,07	6,01	5,28	5,28	8,91	9,93	13,4	8,06	6,98	6,45	9,93	13,4
11	6,36	5,58	5,27	5,27	8,91	10,7	12,9	7,51	6,98	6,33	10,7	12,9
12	6,16	5,24	5,13	5,13	8,48	9,20	10,4	8,20	7,11	6,20	9,20	10,4
13	5,98	5,46	5,13	5,13	8,06	8,91	9,49	9,05	7,24	6,33	8,91	9,49
14	6,53	5,94	5,13	5,13	7,92	8,91	9,49	8,62	6,98	6,98	8,91	9,49
15	6,82	6,18	5,18	35,3	7,79	10,4	9,93	8,06	6,98	7,51	10,4	9,93
16	6,71	6,19	5,25	54,2	7,51	14,6	13,9	7,92	7,24	8,20	14,6	13,9
17	6,43	5,68	5,39	66,1	7,38	11,9	14,6	7,51	8,62	8,34	11,9	14,6
18	6,32	5,27	5,54	70,8	7,11	10,5	12,4	7,11	7,38	6,98	10,5	12,4
19	6,41	5,56	5,81	72,9	8,06	8,62	9,64	7,11	6,71	6,85	8,62	9,64
20	6,76	5,28	6,03	65,7	8,34	8,48	8,62	9,05	6,71	6,85	8,48	8,62
21	7,42	5,09	6,41	50,9	9,93	8,91	7,92	8,62	7,24	9,20	8,91	7,92
22	7,87	4,78	6,49	39,7	8,91	8,91	7,79	6,98	6,58	6,71	8,91	7,79
23	7,78	4,90	6,26	30,9	7,92	8,91	8,91	7,24	6,98	6,33	8,91	8,91
24	7,36	4,66	6,18	25,1	7,24	8,62	8,62	7,79	6,85	6,20	8,62	8,62
25	7,17	4,66	10,5	21,5	7,24	8,34	7,79	7,11	6,58	6,07	8,34	7,79
26	6,99	4,78	13,7	18,6	7,11	9,78	7,24	7,11	6,58	6,45	9,78	7,24
27	5,83	4,84	19,8	17,5	7,11	9,78	8,20	7,24	6,58	6,20	9,78	8,20
28	5,49	4,78	18,3	16,7	8,62	8,20	8,62	6,71	6,45	7,65	8,20	8,62
29	5,49		18,3	15,6	10,2	7,79	7,51	7,51	6,98	11,6	7,79	7,51
30	5,58		21,5	15,1	9,05	8,34	6,98	7,51	10,5	8,34	8,34	6,98
31	6,20		22,5		7,24		7,24	7,51		6,58		7,24
Сер. за міс.	6,73	5,62	8,13	23,4	9,09	9,63	9,58	7,92	7,21	7,04	9,63	9,58
Найб.	12,0	7,36	22,5	72,9	14,2	14,6	14,6	9,64	10,5	11,6	14,6	14,6
Найм.	5,33	4,66	4,52	4,52	7,11	7,24	6,98	6,71	6,33	6,07	7,24	6,98
Найбільша: 72,9 м <sup>3</sup> /с, 19.04. Найменша: 4,52 м <sup>3</sup> /с, 03-05.03.												

### 3.2.2 Практична частина до завдання № 2

Відповідно до завдання № 3.2 обчислення основних характеристик стоку та формування таблиці «Витрата води» виконується з використанням ПК за допомогою MS Excel. Для цього використовується вищезгаданий спеціальний розрахунковий «файл-шаблон» програмної оболонки MS Excel – «ПР-АОСХР.xls», де підготовлено лист, в якому автоматично розраховуються основні характеристики стоку та формується таблиця «Витрата води».

Необхідно відкрити файл «ПР-АОСХР.xls» і в таблицю 1.10 «Витрата води» – лист «ЩВВ» (табл. 2.6), для періодів з льодовими явищами та при зарослому руслі внести витрати води, що розраховані на листах «ЩВВ-л.я.» та «ЩВВ-з.р.», а для періодів з вільним руслом – розраховані на листі «ЩВВ-в.р.». Крім того треба внести величину площі водозбору  $F$  в км<sup>2</sup>.

Основні характеристики стоку води за рік та середньомісячні витрати води обчислюються автоматично за формулами наведеними в розділі 3.2.1. Найбільші та найменші витрати води для кожного місяця року також визначаються автоматично.

### 3.2.3 Контрольні запитання до завдання № 3.2

1. Які характеристики стоку води розраховувалися в цьому завданні?
2. Як розраховується середньорічна витрата води?
3. Як розраховується середньомісячна витрата води?
4. Що таке об'єм стоку води?
5. Як розраховується об'єм стоку води за рік?
6. Як розраховується об'єм стоку води за місяць?
7. Що таке модуль стоку води?
8. Як розраховується модуль стоку води за рік?
9. Як розраховується модуль стоку води за місяць?
10. Що таке шар стоку води?
11. Як розраховується шар стоку води за рік?
12. Як розраховується шар стоку води за місяць?
13. Як розраховується шар стоку води за будь-який період часу?
14. Що входить до складу таблиці «Витрата води»?
15. На якому листі в файлі «ПР-АОСХР.xls» знаходиться таблиця «Витрата води» та як в ній формуються щоденні витрати води?
16. Яким чином обчислюються основні характеристики стоку води, визначаються найбільші та найменші витрати води для кожного місяця року в таблиці «Витрата води» в файлі «ПР-АОСХР.xls»?
17. Для чого в таблиці «Витрата води» приведена площа водозбору?

## **4. ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3**

### **«ОБЧИСЛЕННЯ СТОКУ РОЗЧИНЕНИХ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН»**

#### ***Мета роботи:***

виконати автоматизовану побудову кривих залежності мінералізації від витрат води та концентрацій головних іонів від мінералізації; автоматизований розрахунок мінералізації і загального іонного стоку для всіх діб року; обчислити основні характеристики іонного стоку для місяців року та за рік; сформувати таблицю щоденних мінералізацій води та загального іонного стоку за формою ТГ-2 з використанням персонального комп'ютера (ПК) за допомогою MS Excel.

#### ***Завдання роботи:***

**Завдання № 1.** З використанням ПК за допомогою MS Excel виконайте автоматизовану побудову кривих залежності мінералізації від витрат води та концентрацій головних іонів від мінералізації. Алгоритм і приклад побудови кривих наведено нижче за текстом в розділі 4.1.

**Завдання № 2.** З використанням ПК за допомогою MS Excel розрахуйте мінералізації та загальний іонний стік для всіх діб року; обчисліть основні характеристики іонного стоку для місяців року та за рік; сформууйте таблицю щоденних мінералізацій води та загального іонного стоку за формою ТГ-2 з використанням персонального комп'ютера (ПК) за допомогою MS Excel. Алгоритм і приклад розрахунку основних характеристик іонного стоку, заповнення таблиці щоденних мінералізацій води та загального іонного стоку за формою ТГ-2 наведено нижче за текстом в розділі 4.2.

#### ***Вихідні дані для виконання роботи:***

опубліковані в матеріалах Державного водного кадастру (ДВК) дані про хімічний склад води річок і каналів, які до 1975 року друкувалися в гідрологічних щорічниках (ГЩ) в таблиці «Хімічний склад води», а з 1976 року – публікуються у вигляді окремого видання «Щорічні дані про якість вод суши» в таблиці 1 «Хімічний склад води річок і каналів».

Для автоматизованого розрахунку мінералізацій води та загального іонного стоку для всіх діб року використовують отриману в завданні 1 практичної роботи № 3 криву залежності мінералізації від витрат води та витрати води обчисленні в завданні 2 практичної роботи № 2 – таблиця «Витрата води». Для обчислення основних характеристик іонного стоку для місяців року та за рік використовують розрахункові щоденні мінералізації та значення загального іонного стоку.

## 4.1 Пояснення до виконання завдання № 1 «Побудова кривих залежності мінералізації від витрат води та концентрацій головних іонів від мінералізації»

### 4.1.1 Теоретична частина до завдання № 1

*Іонний стік річок (R)* – кількість речовин в іонній формі, що виноситься річковими водами з території водозбору впродовж певного періоду часу (добы, декади, місяця, року і т. д.).

Вибір методу обчислення концентрацій та витрат хімічних речовин в річкових створах проводиться на основі даних про хімічний склад води впродовж року, гідрологічний режим, метеорологічні фактори на території водозбору та інших чинників, які впливають на гідрохімічний режим річок.

Існує чотири основні групи методів розрахунку іонного стоку річок, а саме: прямі, статистичні, непрямі (опосередковані) та кореляційні.

Нижче представлено огляд цих методів та доцільність їх використання за різних умов формування хімічного складу річкових вод.

#### Метод прямого обчислення стоку розчинених хімічних речовин

При наявності середньодобових даних про концентрації розчинених хімічних речовин ( $C$ ) та витрати води ( $Q$ ) у річках, величина  $R$  обчислюється наступним чином

$$R = C \cdot Q . \quad (4.1)$$

Для кількісного аналізу виносу хімічних речовин з території водозбору річки використовують *показник іонного стоку (P)*, який розраховується за виразом

$$P = \frac{R}{F} , \quad (4.2)$$

де  $F$  – площа водозбірного басейну річки.

Значення  $P$  характеризує величину іонного стоку, віднесено до одиниці площі водозбірного басейну.

Однак, відсутність щоденних концентрацій розчинених хімічних речовин у річкових водах є фактором, який лімітує та унеможлиблює використання прямого методу розрахунку іонного стоку за тривалий період часу (окрім стоку для невеликої кількості діб, в які відбиралися проби на хімічний аналіз річкової води).

Тому обчислення середнього за тривалий час хімічного складу річкових вод найчастіше виконується за допомогою хронологічних інтерполяційних графіків, методика використання яких для розрахунку іонного стоку представлена нижче.

### Розрахунок іонного стоку річок графічним методом

Графічний метод обчислення іонного стоку річок детально роз'яснений у роботах вчених В.І. Пелешенко та Л.М. Горєва.

Суть методу полягає в тому, що на суміщеному хронологічному графіку концентрацій та витрат води, відновлення концентрацій впродовж року виконується шляхом корегування інтерполяційної кривої концентрацій за допомогою гідрографа стоку води (за принципом дзеркального відображення). А далі, обчисливши добутки отриманих, з використанням інтерполяційного графіка, значень середніх концентрації та витрати води, розраховують величини іонного стоку за вибрані періоди часу (найчастіше, декади або місяці). Після чого обчислюють  $R$  та  $P$  для всього року. Рекомендовані В.І. Пелешенком і Л.М. Горєвим порядок та пояснення стосовно розрахунку  $R$  за цим методом, представлені нижче.

1. Обчислюються середні декадні витрати води за багаторічний період, з використанням яких будується гідрограф за рік (рис. 4.1).

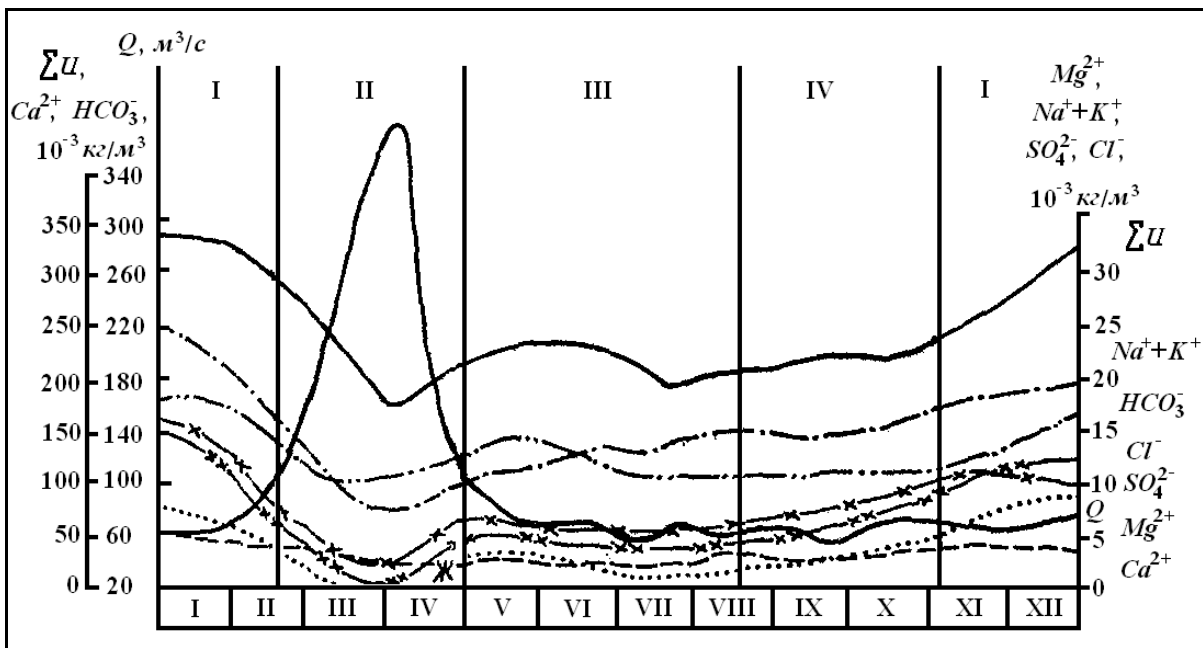


Рис. 4.1 – Графіки змін вимірних мінералізацій, концентрацій головних іонів та середніх декадних витрат води за багаторічний період

2. За даними вимірювань хімічного складу води впродовж цього ж багаторічного періоду будується, суміщений з гідрографом, хронологічний графік змін концентрацій головних іонів та мінералізації води за рік.

Далі, якщо точки у часі розподілені рівномірно, то їх з'єднують плавною кривою, яка за своєю конфігурацією повинна бути близькою до дзеркального відображення гідрографу стоку води впродовж року.

Якщо ж точки у часі розподілені нерівномірно, то для побудови інтерполяційної кривої значення тісних сукупностей осереднюються, в результаті чого на графік наноситься гіпотетична точка.

В проміжках між віддаленими у часі точками графік корегується за допомогою гідрографа стоку (за принципом дзеркального відображення).

Екстремальні значення, обумовлені випадковими антропогенними чинниками, помилками при відборі проб та їх аналізі і т. ін., відбраковуються шляхом імовірісно-статистичного аналізу вибірки вимірних даних. При систематичному впливі на гідрохімічний режим антропогенних факторів графічний метод розрахунку іонного стоку використовувати неможливо, в цьому випадку застосовують аналітичний метод, оснований на тому ж імовірісно-статистичному аналізі.

3. З використанням побудованого графіку  $C = f(t)$  розраховуються середні вагові мінералізації ( $C_i$ ) за вибрані розрахункові періоди часу ( $t_i$ ).

4. Для тих же самих періодів за графіком  $Q = f(t)$  обчислюються середні вагові витрати води ( $Q_i$ ).

5. Для кожного періоду за (3.3) розраховуються середні багаторічні об'єми водного стоку ( $W_i$ )

$$W_i = Q_i \cdot t_i. \quad (4.3)$$

6. Для тих же періодів обчислюються середні багаторічні витрати ( $R_i$ ) іонного стоку і їх об'єми ( $G_i$ )

$$R_i = C_i \cdot Q_i, \quad (4.4)$$

$$G_i = C_i \cdot W_i. \quad (4.5)$$

7. Таким же чином розраховуються стік кожного з головних іонів.

Після чого виконується контроль результатів обчислення шляхом порівняння значення іонного стоку, отриманого за даними про мінералізацію, з величиною, розрахованою як сума стоків окремих іонів. Результати вважаються задовільними при похибці не більше  $\pm 5-10\%$ .

### Статистичний метод обчислення іонного стоку річок

Цей метод розрахунку, запропонований В.І. Пелешенком та Л.М. Горєвим, рекомендується в тому випадку, коли є достатня кількість гідрохімічних спостережень (більше 50), які рівномірно розподілені у часі (впродовж року або досліджуємого періоду). Обчислення за статистичним методом виконується за етапами викладеними нижче за текстом.

1. Розраховуються оцінки основних статистичних моментів функції щільності розподілу значень мінералізації, які несуть статистичну інформацію про випадкові величини, а саме: середнє арифметичне ( $\bar{x}$ ), середнє квадратичне відхилення ( $\sigma_x$ ), асиметрія ( $A_x$ ), ексцес ( $E_x$ ), коефіцієнт варіації ( $C_v$ ).



2. За допомогою параметричних критеріїв ( $A_x, E_x$ ) визначають закон розподілення значень мінералізації в емпіричній вибірці.

3. Вибраковують екстремальні концентрації у річкових водах, які більше або менше величини ( $\bar{x} \pm 2 \cdot \sigma_x$ ) – при нормальному законі розподілу та ( $\lg \bar{x} \pm 2 \cdot \lg \sigma_x$ ) – у випадку логнормального розподілу значень у вибірці.

4. Знаходять середнє арифметичне (при нормальному законі) значення мінералізації за даними скорегованої вибірки.

5. Обчислюють середній багаторічний річний об'єм водного стоку.

6. Розраховують середньорічне значення іонного стоку шляхом добутку середнього статистично оціненого значення мінералізації та середнього багаторічного річного об'єму водного стоку.

7. Порівнюють значення іонного стоку, що обчислювався графічним і статистичним методами, та , якщо різниця не перевищує 3-5 %, розрахунок стоку окремих іонів (аніонів і катіонів) виконують статистичним методом. Якщо ж розбіжність більше 5 %, то величини стоку окремих іонів обчислюють графічним методом.

8. Для річок, які постійно забруднюються, розрахунок іонного стоку рекомендується виконувати статистичним методом.

### **Кореляційний метод розрахунку стоку хімічних речовин**

Метод кореляційного обчислення іонного стоку використовується в тому випадку, коли отриманий (вимірний або розрахований) довгий ряд спостережень за хімічним складом річкових вод, який охоплює всі фази гідрологічного режиму впродовж декількох років. В цьому випадку для визначення концентрацій хімічних речовин при будь-якій витраті води будуються наступні графіки зв'язку: **1** – між вимірними (розрахованими) мінералізаціями або концентраціями головних іонів та середньодобовими витратами води в створі річки (рис. 4.2); **2** – між мінералізацією (сумою іонів) та концентрацією головних іонів в річкових водах (рис. 4.3); **3** – між іонним та водним стоком річки за добу (рис. 4.4).

Якщо отримані залежності є однозначними, то їх використовують для розрахунку середніх величин іонного стоку та концентрацій розчинених хімічних речовин за добу, декаду, місяць, рік і т. д.

Якщо ж залежності не є однозначними, то в цьому випадку для основних періодів водного режиму річки та окремих етапів гідрологічних фаз виконують побудову наступних графіків зв'язку: **1** – зв'язок мінералізації з витратою води для головних фаз водного режиму в різні за водністю роки (рис. 4.5); **2** – зв'язок між головними іонами та мінералізацією для різних фаз водного режиму (рис. 4.8); **3** – залежності між вмістом головних іонів та витратами води на етапах підйому (рис. 4.6) і спаду (рис. 4.7) в період водопілля.

Далі, використовуючи рівняння (4.1) та (4.2), обчислюють середні витрати та показники іонного стоку за будь-які періоди часу – добу, декаду, місяць, рік і т. д.

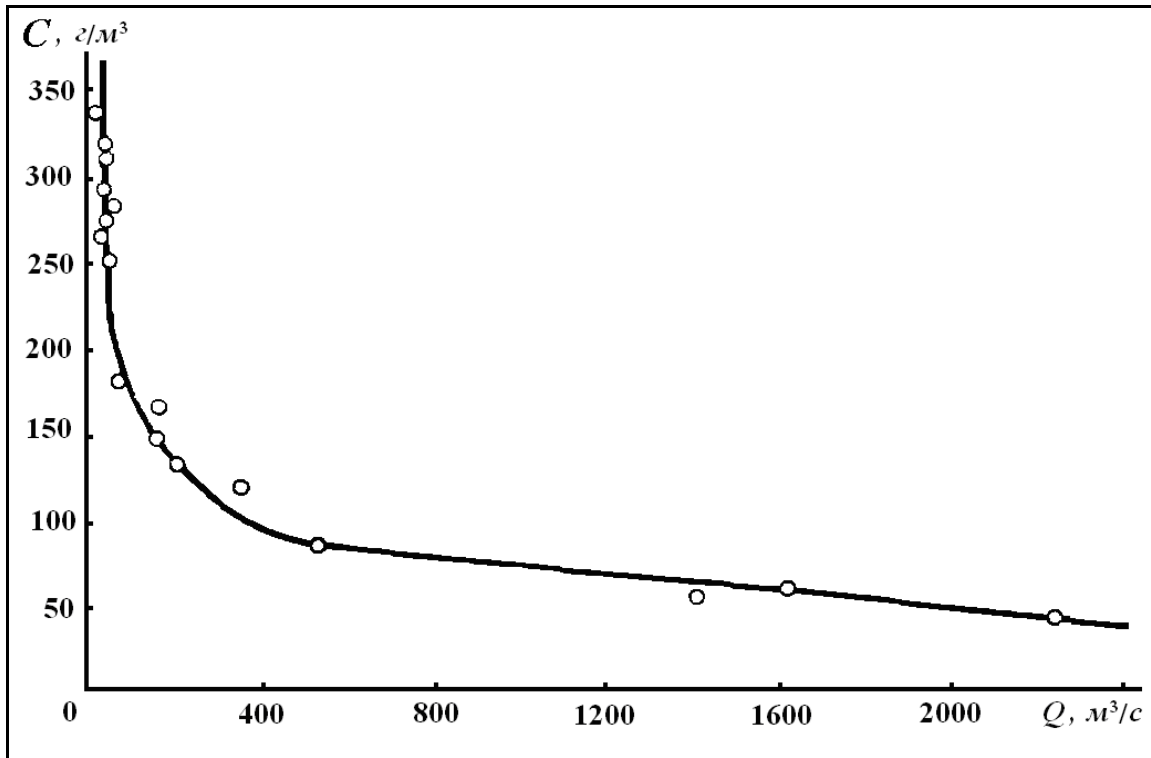


Рис. 4.2 – Залежність мінералізації від витрат води

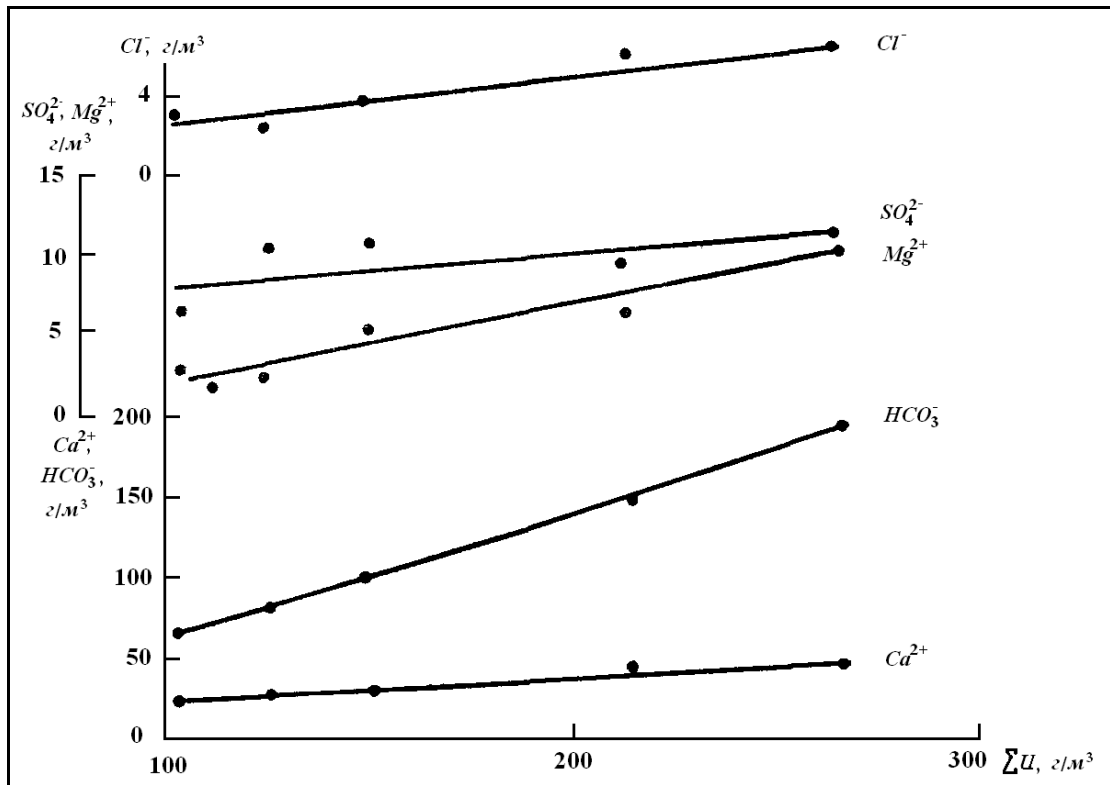


Рис. 4.3 – Залежність вмісту головних іонів від суми іонів

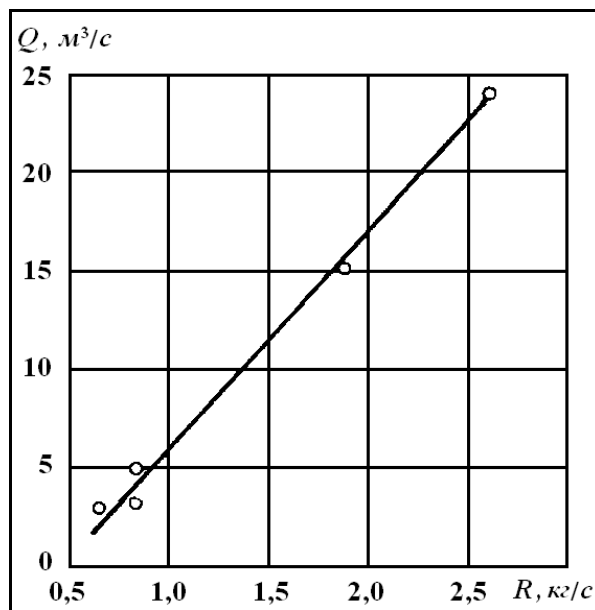


Рис. 4.4 – Зв'язок іонного та водного стоку річки

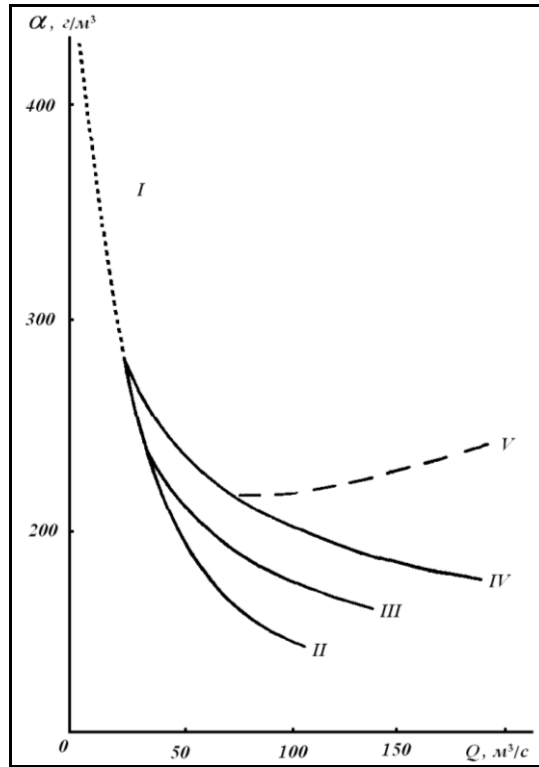


Рис. 4.5 – Зв'язок мінералізації з витратою води для головних фаз водного режиму в різні за водністю роки:

I – межень; II, III, IV – повінь, відповідно в багатоводний рік, середній за водністю та маловодний; V – дощові паводки в теплий період року

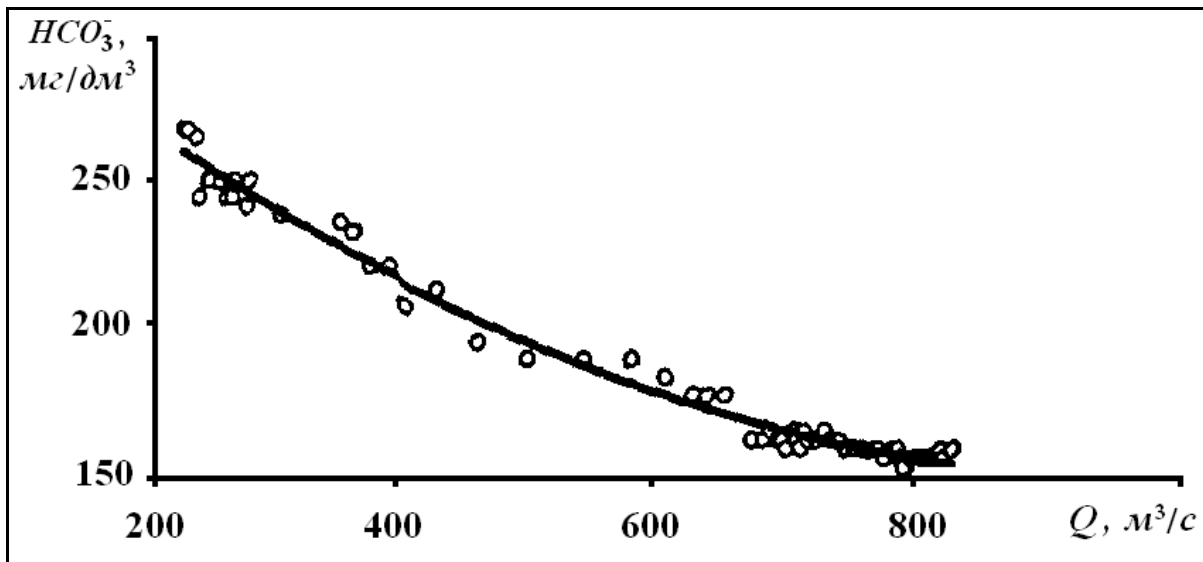


Рис. 4.6 – Залежність  $HCO_3^- = f(Q)$  для етапу підйому водопілля

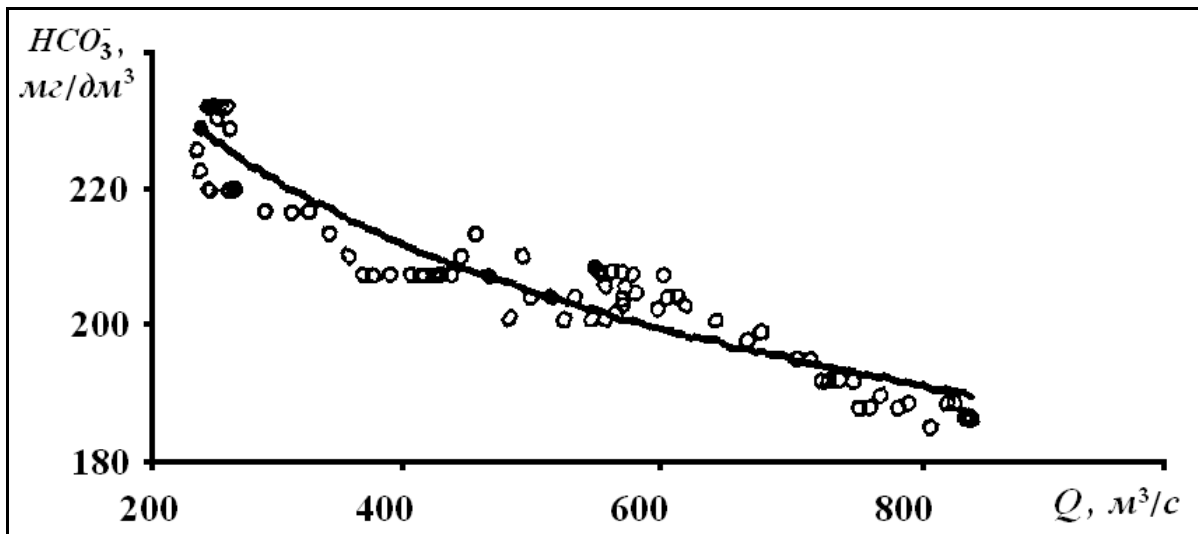


Рис. 4.7 – Залежність  $HCO_3^- = f(Q)$  за фазу спаду водопілля

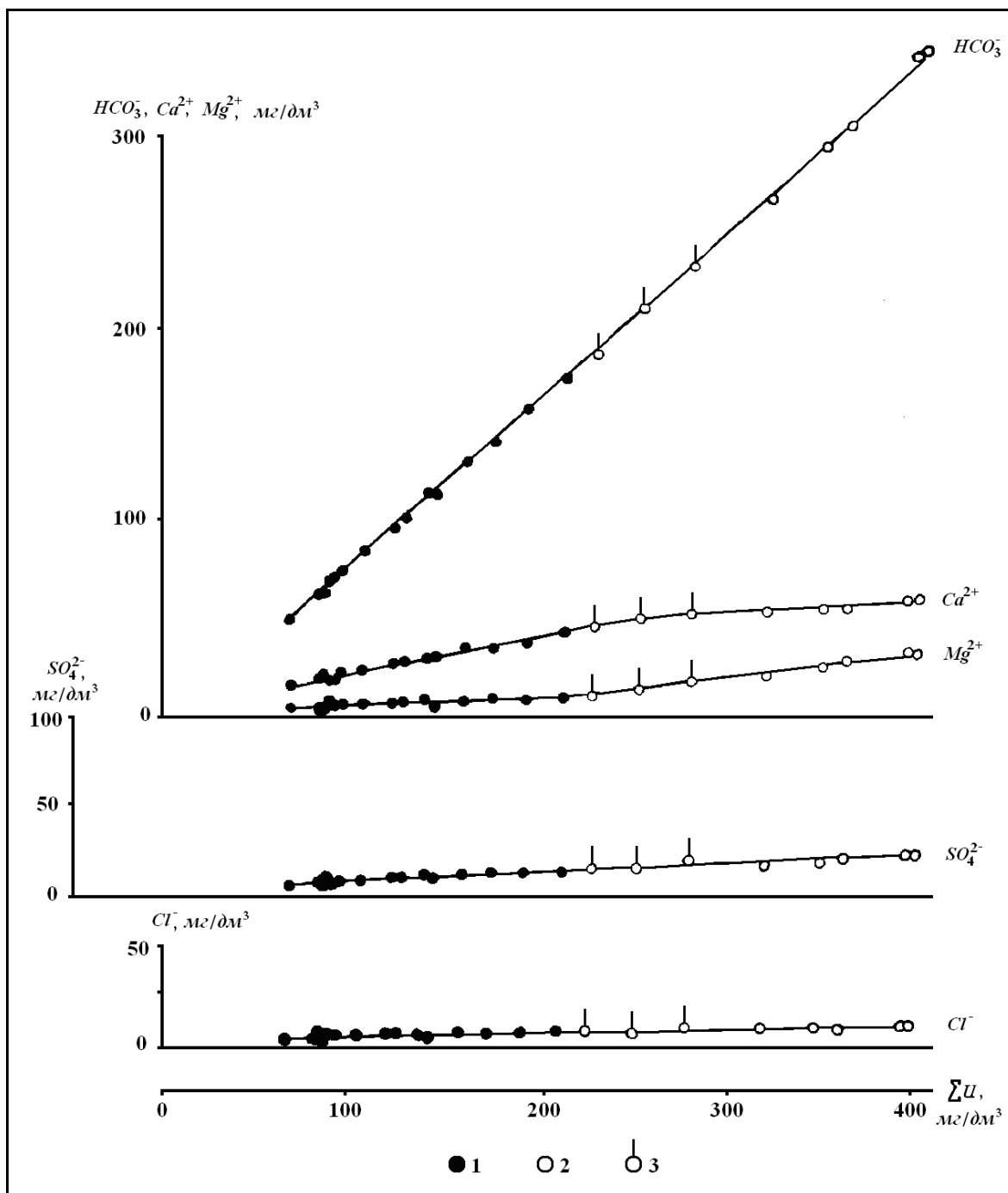


Рис. 4.8 – Зв'язок між головними іонами та мінералізацією для різних фаз водного режиму:

1 – весняна повінь; 2 – зимова межень (льодостав); 3 – літня межень.

#### 4.1.2 Практична частина до завдання № 1

Відповідно до завдання № 1 побудова кривих залежності мінералізації від витрат води та концентрацій головних іонів від мінералізації виконується з використанням ПК за допомогою MS Excel. Для цього використовується вищезгаданий «файл-шаблон» програмної оболонки MS Excel – «ПР-АОСХР.xls». Необхідно відкрити файл «ПР-АОСХР.xls» і в таблицю 1.11 «Виміряні концентрації хімічних речовин та добові витрати води» – лист «ХСВ» (табл. 4.1), та внести виміряні концентрації хімічних речовин та добові витрати води.

Далі автоматично на листі « $\alpha=f(Q)$ » будується крива залежності мінералізації від витрат води (рис. 4.9). На цьому ж графіку автоматично апроксимується аналітичне рівняння  $\alpha = f(Q)$  (ступеневе, експоненціальне або поліноміальне – третього ступеня), де:  $y - \alpha$ , мг/дм<sup>3</sup>;  $x - Q$ , м<sup>3</sup>/с.

Крім цього, автоматично на листах « $Ca(2+)=f(\alpha)$ », « $Mg(2+)=f(\alpha)$ », « $HCO_3(-)=f(\alpha)$ », « $SO_4(2-)=f(\alpha)$ » та « $Cl(-)=f(\alpha)$ » будуються криві залежності концентрацій головних іонів від мінералізації (рис. 4.10 – 4.14).

На цих же графіках автоматично апроксимуються аналітичні (лінійні) рівняння  $Ca^{2+} = f(\alpha)$ ,  $Mg^{2+} = f(\alpha)$ ,  $HCO_3^- = f(\alpha)$ ,  $SO_4^{2-} = f(\alpha)$  та  $Cl^- = f(\alpha)$ , де:  $x - \alpha$ , мг/дм<sup>3</sup>;  $y - Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$  та  $Cl^-$ , мг/дм<sup>3</sup>.

Крім рівнянь, на графіках з залежностями мінералізації від витрат води та концентрацій головних іонів від мінералізації, наводяться детермінанти кореляції ( $R^2$ ), які дозволяють робити висновки щодо надійності та тісноти отриманих зв'язків і можливості їх використання для розрахунку щоденних мінералізацій та значень загального іонного стоку.

Таблиця 4.1 – Виміряні концентрації хімічних речовин та добові витрати води, р. Альма – смт Почтове, 2009 рік

№ п/п	Дата, дд.мм	$Q$ , м <sup>3</sup> /с	$\alpha$ , мг/дм <sup>3</sup>	$Ca^{2+}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$Mg^{2+}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$HCO_3^-$ , мг/дм <sup>3</sup>	$SO_4^{2-}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$Cl^-$ , мг/дм <sup>3</sup>
1	12.01	2,54	301,0	43,4	11,7	117,9	74,3	24,6
2	13.01	2,02	324,0	51,0	12,3	123,0	76,7	25,5
3	14.01	1,51	366,0	56,0	13,7	135,0	88,0	28,0
4	08.02	5,50	251,0	40,0	10,3	94,0	63,7	21,7
5	23.02	1,28	401,0	61,0	15,7	152,0	98,5	32,3
6	11.04	0,720	484,0	73,4	19,5	182,0	117,0	39,3
7	22.06	0,815	464,0	71,4	18,7	175,0	113,2	37,6
8	26.07	0,082	912,0	132,5	34,0	330,0	217,0	72,4
9	19.09	0,079	957,0	137,7	36,7	347,2	227,0	75,8
10	07.12	0,071	973,0	140,8	37,3	352,8	231,0	77,4
11	24.12	0,197	698,0	106,0	25,9	261,0	162,2	54,0

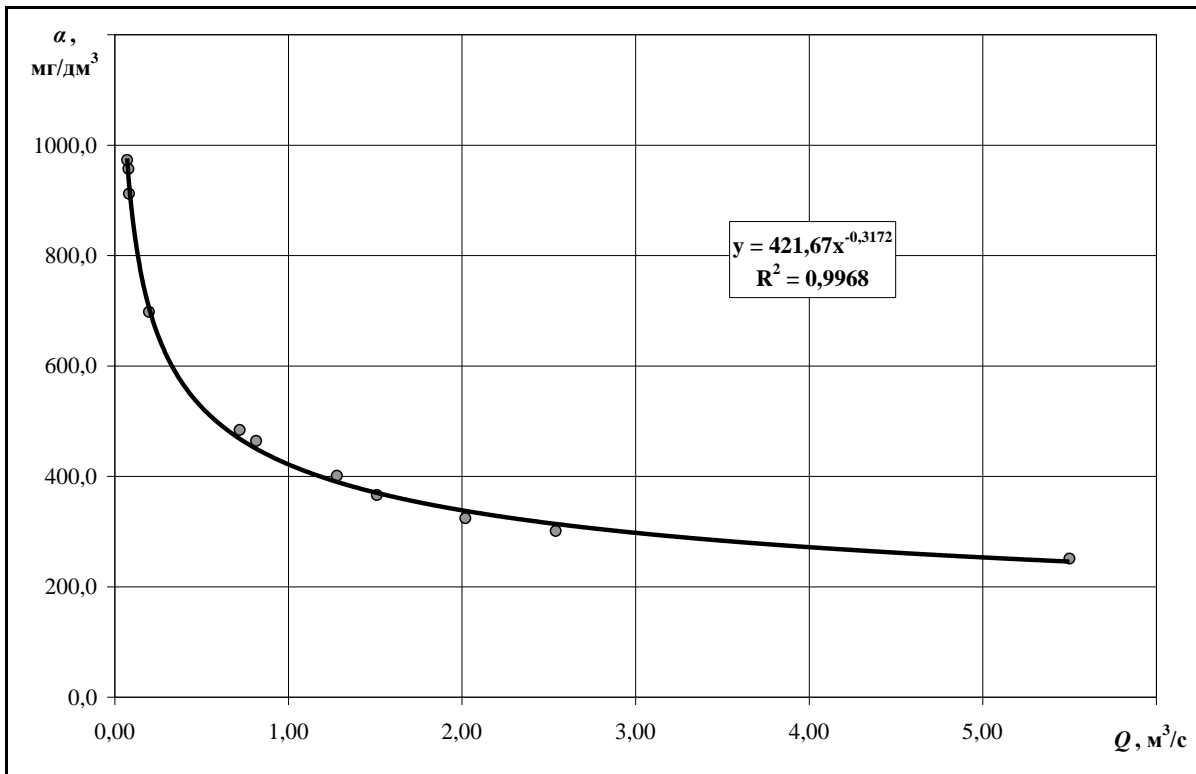


Рис. 4.9 – Графік зв'язку  $\alpha = f(Q)$ , р. Альма – смт Поштове, 2009 р.

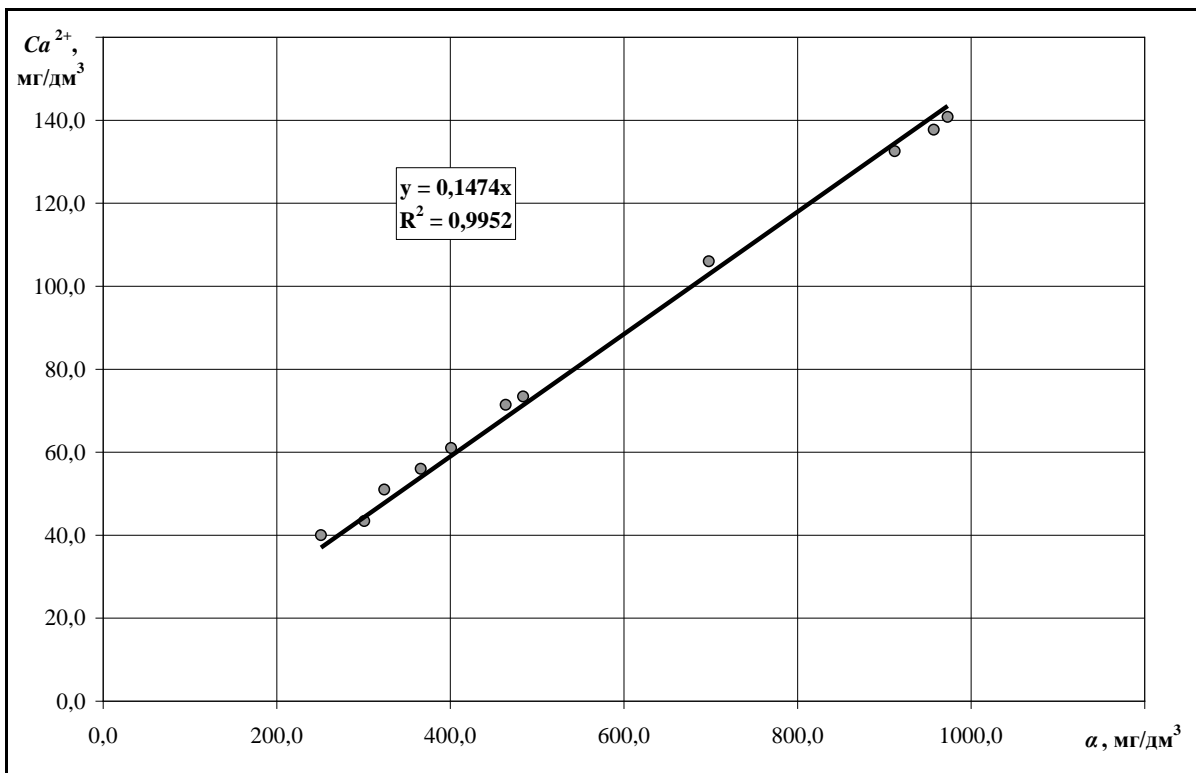


Рис. 4.10 – Графік зв'язку  $Ca^{2+} = f(\alpha)$ , р. Альма – смт Поштове, 2009 р.



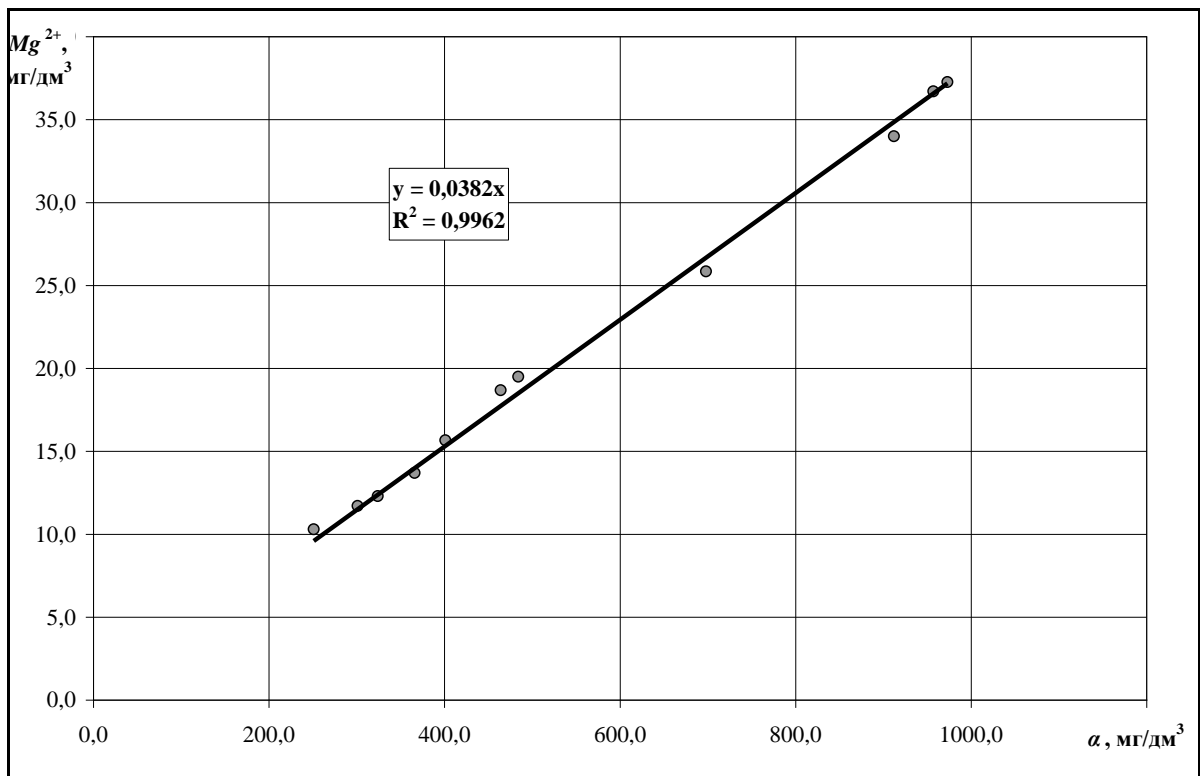


Рис. 4.11 – Графік зв'язку  $Mg^{2+} = f(\alpha)$ , р. Альма – смт Поштове, 2009 р.

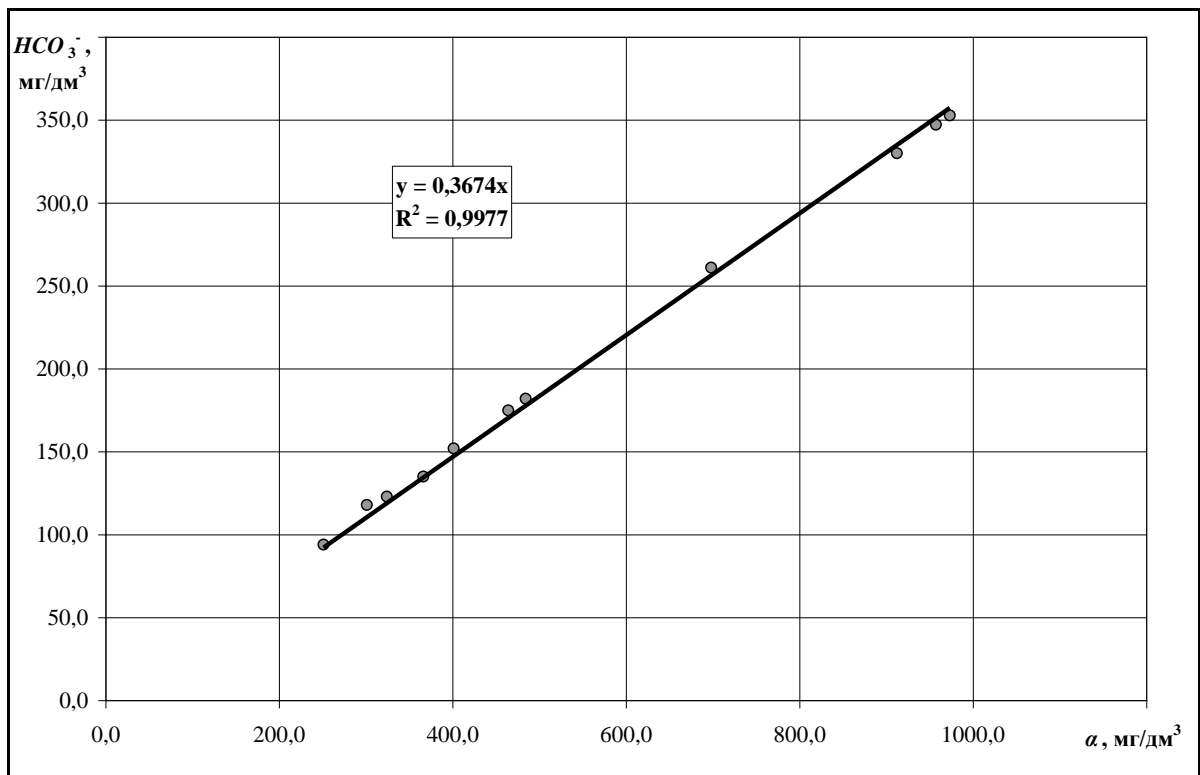


Рис. 4.12 – Графік зв'язку  $HCO_3^- = f(\alpha)$ , р. Альма – смт Поштове, 2009 р.

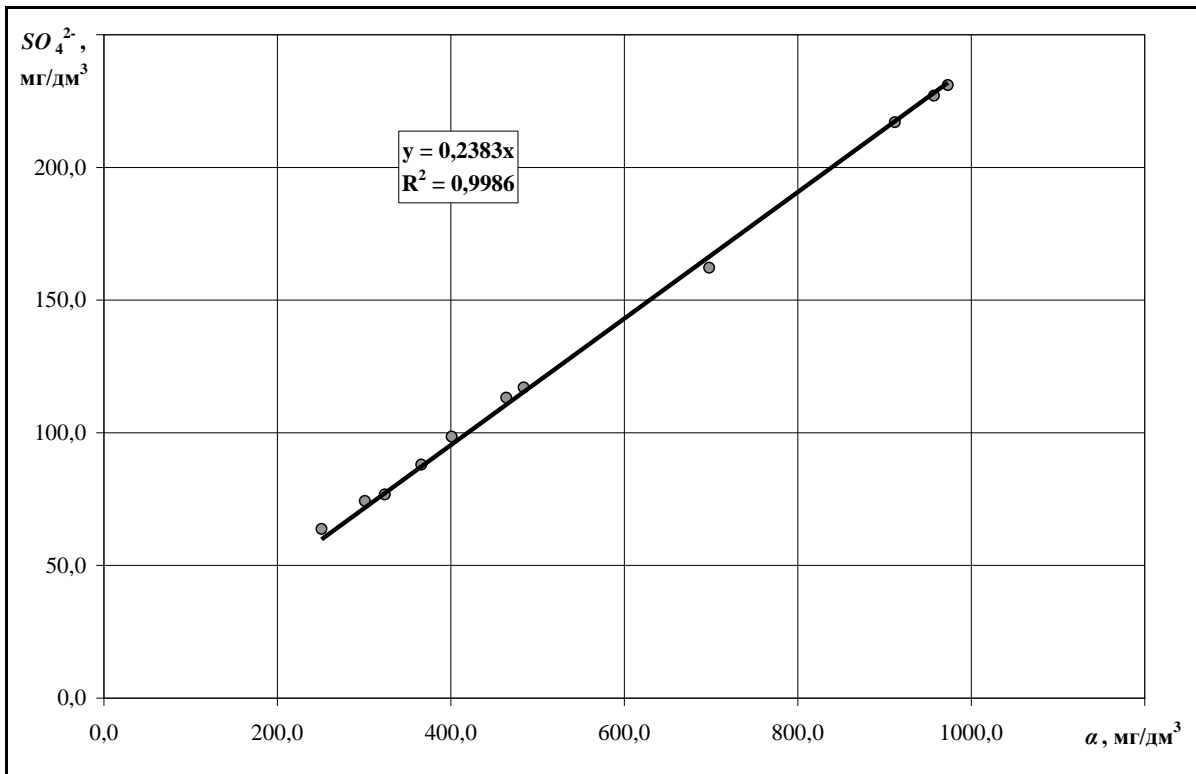


Рис. 4.13 – Графік зв'язку  $SO_4^{2-} = f(\alpha)$ , р. Альма – смт Поштове, 2009 р.

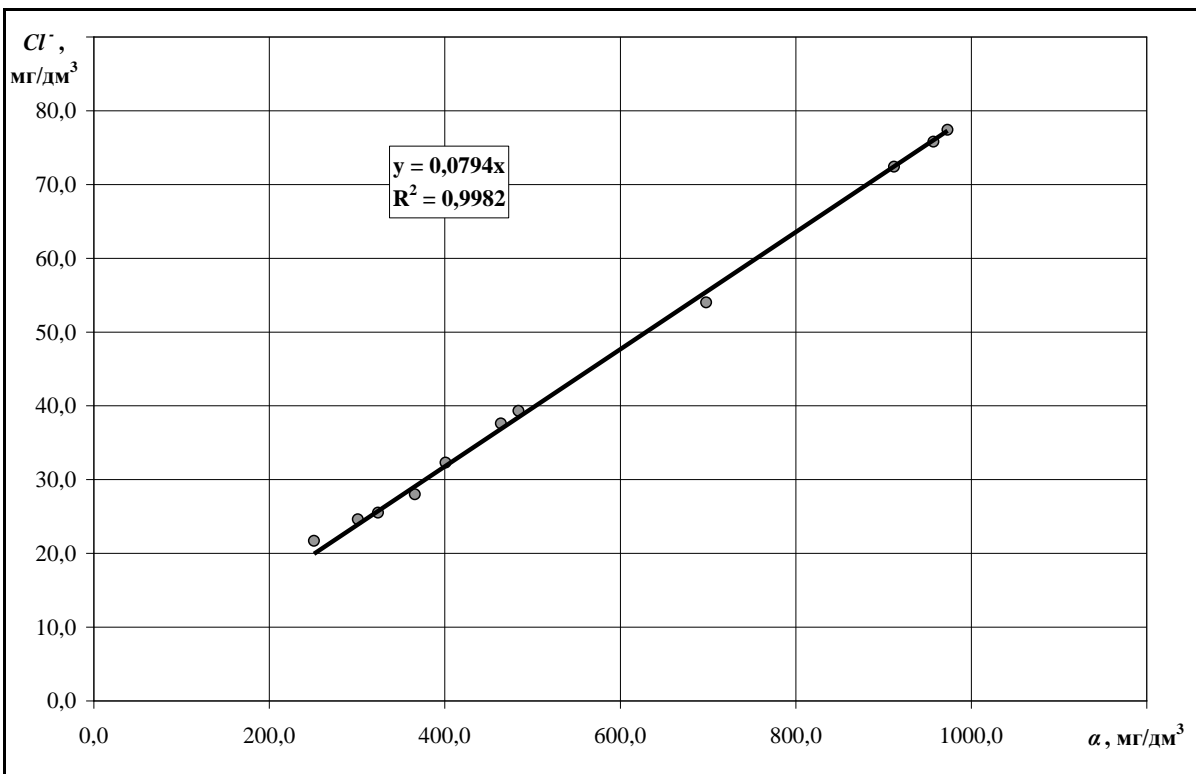


Рис. 4.14 – Графік зв'язку  $Cl^- = f(\alpha)$ , р. Альма – смт Поштове, 2009 р.

### 4.1.3 Контрольні запитання до завдання № 1

1. Що таке іонний стік річок?
2. Які методи використовують для обчислення іонного стоку річок?
3. В яких випадках використовують метод прямого обчислення стоку розчинених хімічних речовин?
4. Як обчислюють іонний стік річок в прямому методі?
5. Що таке показник іонного стоку річок та як його обчислюють?
6. Коли використовують графічний метод обчислення іонного стоку річок, поясніть його?
7. В чому полягає суть статистичного методу обчислення іонного стоку річок, поясніть його?
8. В яких випадках використовують кореляційний метод розрахунку стоку розчинених хімічних речовин?
9. Яким чином уточнюють обчислення іонного стоку річок якщо отримана залежність  $\alpha = f(Q)$  не є однозначною?
10. Що входить до складу таблиці «Виміряні концентрації хімічних речовин та добові витрати води» та на якому листі вона знадиться в файлі «ПР-АОСХР.xls»?
11. Які залежності будуються при виконанні цього завдання, яким чином вони будуються та з використанням яких рівнянь здійснюється їхня аналітична апроксимація?
12. Яким чином використовується детермінант кореляції побудови залежностей в цьому завданні?

## 4.2 Пояснення до виконання завдання № 2

### «Автоматизоване обчислення середньодобових мінералізацій та формування таблиці загального іонного стоку за рік»

#### 4.2.1 Теоретична частина до завдання № 2

До основних характеристик іонного стоку, які обчислюються при складанні таблиць середньодобових мінералізацій та загального іонного стоку належать:

- середньорічна мінералізація  $\alpha_p$  в мг/дм<sup>3</sup>;
- середньорічна витрата розчиненої речовини  $R_p$  в кг/с;
- середньорічне значення показника іонного стоку  $P_p$  в кг/(с·км<sup>2</sup>);
- об'єм іонного стоку за рік  $G_p$  в т/рік.

*Середньодобові мінералізації води  $\alpha_j$  в мг/дм<sup>3</sup>, обчислюються за даними про щоденні витрати води та з використанням отриманого рівняння для кривої залежності мінералізації від витрат води.*

*Середньорічна мінералізація  $\alpha_p$  в мг/дм<sup>3</sup>, обчислюється за виразом*

$$\alpha_p = \sum_{i=1}^n \alpha_j / n, \quad (4.6)$$

де  $\alpha_j$  – середньодобові мінералізації води в мг/дм<sup>3</sup>;

$n$  – кількість діб в році (365 або 366).

*Середньодобові витрати розчинених хімічних речовин  $R$  в кг/с або середньодобовий загальний іонний стік розраховуються за формулою*

$$R_j = 0,001 \cdot C_j \cdot Q_j, \quad (4.7)$$

де  $R_j$  – середньодобова витрата розчиненої речовини в кг/с;

$C_j$  – концентрація розчиненої речовини в мг/дм<sup>3</sup>;

$Q_j$  – середньодобова витрата води в день відбору проби в м<sup>3</sup>/с;  
0,001 – перевідний коефіцієнт.

Середні добові витрати розчинених речовин також можуть бути обчислені за допомогою графіку зв'язку  $R = f(Q)$  (рис. 4.4).

*Середньорічна витрата розчиненої речовини  $R_p$  в кг/с, обчислюється за виразом*

$$R_p = \sum_{i=1}^n R_j / n, \quad (4.8)$$

де  $R_j$  – середньодобові витрати розчинених речовин в кг/с;

$n$  – кількість діб в році (365 або 366).

Середньорічне значення показника іонного стоку  $P_p$  в кг/(с·км<sup>2</sup>), розраховується за формулою

$$P_p = \frac{R_p}{F}, \quad (4.9)$$

де  $F$  – площа водозбору в км<sup>2</sup>.

Об'єм іонного стоку за добу ( $G_j$ , т/д) дорівнює

$$G_j = 0,001 \cdot R_j \cdot 86400 = 86,4 \cdot R_j, \quad (4.10)$$

де  $G_j$  – стік розчиненої речовини за добу, т/д; 0,001 – перевідний коефіцієнт з кілограмів (кг) у тонни (т); 86400 – число секунд у добі.

Об'єм іонного стоку за рік  $G_p$  в т/рік, розраховують за формулою

$$G_p = 86,4 \cdot R_p \cdot n, \quad (4.11)$$

де  $n$  – кількість діб в році (365 або 366).

#### 4.2.2 Практична частина до завдання № 2

Відповідно до завдання № 2 розрахунок мінералізації та загального іонного стоку для всіх діб року й обчислення основних характеристик іонного стоку для місяців року та за рік, а також формування таблиці щоденних мінералізацій води та загального іонного стоку виконується з використанням ПК за допомогою MS Excel. Для цього використовується вищезгаданий спеціальний розрахунковий «файл-шаблон» програмної оболонки MS Excel – «ПР-АОСХР.xls».

Для цього необхідно відкрити файл «ПР-АОСХР.xls» і в таблицю 1.12 «Мінералізації води, мг/дм<sup>3</sup>» – лист «ЩМВ» (табл. 4.2), внести рівняння зв'язку  $\alpha = f(Q)$  мінералізацій та витрат води (рис. 4.9). Далі з використанням даних про щоденні витрати води з листа «ЩВВ» автоматично обчислюються щоденні, середньомісячні та середньорічна мінералізації води.

Після цього в таблиці 1.13 «Загальний іонний стік, кг/с» – лист «ЗІС» (табл. 4.3) за даними про щоденні витрати води з листа «ЩВВ» та мінералізації води з листа «ЩМВ» автоматично за рівнянням (4.7) обчислюються середньодобові витрати розчинених хімічних речовин (середньодобовий загальний іонний стік).

Основні характеристики іонного стоку обчислюються автоматично за формулами наведеними в розділі 4.2.1. Найбільші та найменші витрати води для кожного місяця року також визначаються автоматично.

Таблиця 4.2 – Мінералізації води, мг/дм<sup>3</sup>,  
р. Альма – смт Поштове, 2009 р.

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	485,8	672,1	401,2	631,4	754,1	1064	1210	1046	980,2	914,9	1040	663,1
2	379,8	726,4	401,2	617,8	754,1	1098	1233	1046	939,5	914,9	1040	875,3
3	515,7	726,4	401,2	599,4	805,4	1136	1233	1161	1029	914,9	1040	726,4
4	638,8	754,1	401,2	528,7	805,4	1136	1210	1161	1029	914,9	1040	726,4
5	638,8	400,1	401,2	528,7	805,4	1136	1210	1098	1029	914,9	1040	947,1
6	638,8	292,7	412,7	528,7	754,1	1136	1190	1098	980,2	914,9	1040	947,1
7	726,4	252,8	442,3	563,9	754,1	1098	1210	959,0	939,5	914,9	1040	975,8
8	672,1	245,5	563,9	563,9	754,1	1136	1210	959,0	980,2	914,9	1040	947,1
9	681,6	280,9	547,1	440,7	754,1	1136	1190	959,0	1029	914,9	1040	947,1
10	754,1	337,4	583,1	382,5	805,4	1098	1190	1046	939,5	914,9	1040	947,1
11	543,2	307,0	563,9	468,0	805,4	1098	1233	1029	980,2	914,9	1040	947,1
12	313,7	323,8	599,4	532,2	875,3	1098	1105	939,5	980,2	959,0	989,2	947,1
13	337,4	344,6	599,4	672,1	631,4	1098	1190	939,5	939,5	959,0	947,1	947,1
14	370,0	360,4	599,4	702,6	599,4	1098	1233	905,1	939,5	998,7	947,1	947,1
15	456,2	337,4	599,4	488,2	631,4	1136	1046	875,3	939,5	959,0	875,3	947,1
16	456,2	301,8	599,4	535,8	631,4	1136	1046	905,1	849,3	959,0	826,1	947,1
17	672,1	280,9	599,4	563,9	663,1	1136	1046	905,1	805,4	959,0	989,2	947,1
18	543,2	284,7	599,4	535,8	672,1	1136	1046	939,5	875,3	959,0	875,3	947,1
19	605,3	297,3	599,4	599,4	672,1	1136	1046	939,5	943,3	959,0	914,9	947,1
20	605,3	360,4	599,4	638,8	646,5	1136	1046	939,5	905,1	959,0	914,9	947,1
21	638,8	370,0	599,4	672,1	663,1	1161	1046	939,5	914,9	959,0	826,1	989,2
22	672,1	389,9	583,1	638,8	528,7	449,9	1098	1029	914,9	998,7	914,9	947,1
23	702,6	389,9	599,4	638,8	563,9	1098	1046	1029	875,3	959,0	947,1	947,1
24	605,3	389,9	617,8	726,4	617,8	1098	1046	1029	875,3	959,0	947,1	705,9
25	672,1	389,9	617,8	726,4	875,3	1136	959,0	1091	914,9	914,9	875,3	947,1
26	726,4	389,9	631,4	726,4	914,9	1161	932,2	1029	914,9	875,3	875,3	947,1
27	702,6	401,2	631,4	754,1	989,2	1190	959,0	1171	914,9	1040	914,9	947,1
28	702,6	427,2	631,4	754,1	989,2	1210	959,0	1029	914,9	1040	947,1	947,1
29	726,4		617,8	754,1	1024	1233	959,0	1171	959,0	1040	947,1	947,1
30	672,1		617,8	786,7	1064	1210	959,0	1091	959,0	1040	947,1	947,1
31	714,1		646,5		1064		959,0	1091		1040		947,1
$\alpha_{сep}$	599,0	394,1	558,3	610,0	770,0	1111	1098	1018	939,7	954,9	962,2	915,9
$\alpha_{max}$	754,1	754,1	646,5	786,7	1064	1233	1233	1171	1029	1040	1040	989,2
$\alpha_{min}$	313,7	245,5	401,2	382,5	528,7	449,9	932,2	875,3	805,4	875,3	826,1	663,1
$\alpha_p = 827,6 \text{ мг/дм}^3; \alpha_{max} = 1233 \text{ мг/дм}^3; \alpha_{min} = 245,5 \text{ мг/дм}^3$												

Таблиця 4.3 – Загальний іонний стік, кг/с,  
р. Альма – смт Поштове, 2009 р.

$$R_p = 0,164 \text{ кг/с}; G_p = 5179 \text{ т/рік}; P_p = 0,977 \cdot 10^{-3} \text{ кг/(с} \cdot \text{км}^2); F_p = 168 \text{ км}^2$$

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	0,311	0,155	0,469	0,177	0,121	0,057	0,044	0,060	0,069	0,080	0,060	0,159
2	0,528	0,131	0,469	0,185	0,121	0,054	0,042	0,060	0,075	0,080	0,060	0,088
3	0,273	0,131	0,469	0,198	0,105	0,050	0,042	0,048	0,062	0,080	0,060	0,131
4	0,172	0,121	0,469	0,259	0,105	0,050	0,044	0,048	0,062	0,080	0,060	0,131
5	0,172	0,472	0,469	0,259	0,105	0,050	0,044	0,054	0,062	0,080	0,060	0,074
6	0,172	0,925	0,442	0,259	0,121	0,050	0,045	0,054	0,069	0,080	0,060	0,074
7	0,131	1,27	0,380	0,226	0,121	0,054	0,044	0,072	0,075	0,080	0,060	0,069
8	0,155	1,35	0,226	0,226	0,121	0,050	0,044	0,072	0,069	0,080	0,060	0,074
9	0,150	1,01	0,241	0,383	0,121	0,050	0,045	0,072	0,062	0,080	0,060	0,074
10	0,121	0,682	0,210	0,520	0,105	0,054	0,045	0,060	0,075	0,080	0,060	0,074
11	0,244	0,835	0,226	0,337	0,105	0,054	0,042	0,062	0,069	0,080	0,060	0,074
12	0,797	0,745	0,198	0,255	0,088	0,054	0,053	0,075	0,069	0,072	0,067	0,074
13	0,682	0,651	0,198	0,155	0,177	0,054	0,045	0,075	0,075	0,072	0,074	0,074
14	0,559	0,591	0,198	0,141	0,198	0,054	0,042	0,081	0,075	0,066	0,074	0,074
15	0,356	0,682	0,198	0,308	0,177	0,050	0,060	0,088	0,075	0,072	0,088	0,074
16	0,356	0,866	0,198	0,252	0,177	0,050	0,060	0,081	0,093	0,072	0,099	0,074
17	0,155	1,01	0,198	0,226	0,159	0,050	0,060	0,081	0,105	0,072	0,067	0,074
18	0,244	0,982	0,198	0,252	0,155	0,050	0,060	0,075	0,088	0,072	0,088	0,074
19	0,194	0,895	0,198	0,198	0,155	0,050	0,060	0,075	0,075	0,072	0,080	0,074
20	0,194	0,591	0,198	0,172	0,168	0,050	0,060	0,075	0,081	0,072	0,080	0,074
21	0,172	0,559	0,198	0,155	0,159	0,048	0,060	0,075	0,080	0,072	0,099	0,067
22	0,155	0,499	0,210	0,172	0,259	0,367	0,054	0,062	0,080	0,066	0,080	0,074
23	0,141	0,499	0,198	0,172	0,226	0,054	0,060	0,062	0,088	0,072	0,074	0,074
24	0,194	0,499	0,185	0,131	0,185	0,054	0,060	0,062	0,088	0,072	0,074	0,139
25	0,155	0,499	0,185	0,131	0,088	0,050	0,072	0,055	0,080	0,080	0,088	0,074
26	0,131	0,499	0,177	0,131	0,080	0,048	0,076	0,062	0,080	0,088	0,088	0,074
27	0,141	0,469	0,177	0,121	0,067	0,045	0,072	0,047	0,080	0,060	0,080	0,074
28	0,141	0,410	0,177	0,121	0,067	0,044	0,072	0,062	0,080	0,060	0,074	0,074
29	0,131		0,185	0,121	0,062	0,042	0,072	0,047	0,072	0,060	0,074	0,074
30	0,155		0,185	0,110	0,057	0,044	0,072	0,055	0,072	0,060	0,074	0,074
31	0,136		0,168		0,057		0,072	0,055		0,060		0,074
$R_{сеп}$	0,246	0,644	0,255	0,212	0,129	0,061	0,055	0,065	0,076	0,073	0,073	0,082
$R_{max}$	0,797	1,350	0,469	0,520	0,259	0,367	0,076	0,088	0,105	0,088	0,099	0,159
$R_{min}$	0,121	0,121	0,168	0,110	0,057	0,042	0,042	0,047	0,062	0,060	0,060	0,067

### 4.2.3 Контрольні запитання до завдання № 2

1. Які основні характеристики іонного стоку обчислюються при складанні таблиць середньодобових мінералізацій та витрат речовин?
2. Яким чином обчислюються середньодобові мінералізації води?
3. Як обчислюється середньорічна мінералізація води?
4. Яким чином розраховуються середньодобові витрати розчинених хімічних речовин?
5. Яким чином обчислюється середньорічна витрата розчиненої хімічної речовини?
6. Як обчислюється середньорічне значення іонного стоку річок?
7. Яким чином розраховується об'єм іонного стоку за рік?
8. Як обчислюють об'єм іонного стоку за добу?
9. Що входить до складу таблиці «Мінералізація води, мг/дм<sup>3</sup>» та на якому листі файлу «ПР-АОСХР.xls» вона знаходиться?
10. Що входить до складу таблиці «Загальний іонний стік, кг/с» та на якому листі файлу «ПР-АОСХР.xls» вона знаходиться?
11. Яким чином обчислюються основні характеристики іонного стоку річок на листах файлу «ПР-АОСХР.xls» в таблицях «Мінералізація води, мг/дм<sup>3</sup>» та «Загальний іонний стік, кг/с»?



## 5. ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4 «ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ЗА ВЕЛИЧИНОЮ ІНДЕКСУ ЗАБРУДНЕНОСТІ ВОДИ (ІЗВ)»

### **Мета роботи:**

виконати автоматизовану оцінку якості води в створі річки за 2008 рік за методом індексу забруднення води ІЗВ, встановити приналежність водного об'єкта до певного стану забрудненості і проаналізувати отримані результати з використанням персонального комп'ютера (ПК) за допомогою MS Excel.

### **Завдання роботи:**

З використанням ПК за допомогою MS Excel виконайте автоматизовану оцінку якості води за методом ІЗВ по формі таблиці, наведеній нижче.

### **Вихідні дані для виконання роботи:**

Дані моніторингу якості води у певному водному об'єкті за 2008 рік згідно варіанту

### 5.1 Теоретична частина

Це одна з найпростіших методик комплексної оцінки якості води. Розрахунок «класичного ІЗВ» проводиться за рибогосподарськими нормативами за шістьма гідрохімічними показниками (азот амонійний, азот нітритний, нафтопродукти, феноли, розчинений кисень, БСК<sub>5</sub> за рівнянням:

$$ІЗВ = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (5.1)$$

де  $C_i$  і  $ГДК_i$  – відповідно, фактична концентрація і значення ГДК нормованих компонентів;  $n$  – число показників, що використовуються для розрахунку ІЗВ.

Встановлюється вимога, що для розчиненого кисню потрібно ділити його ГДК на концентрацію. Також варто врахувати, що ГДК для розчиненого кисню і показника БСК<sub>5</sub> є несталими (табл. 5.1, 5.2).

За величинами розрахованих ІЗВ виконується оцінка якості води. При цьому виділяють сім класів якості води (табл. 5.3).

Таблиця 5.1 – Нормативний вміст БСК<sub>5</sub>

БСК (мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> )	Норматив
≤3	3
3-15	2
≥15	1

Таблиця 5.2 – Нормативний вміст розчиненого кисню

Розчинений кисню (мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> )	ГДК, мг/дм <sup>3</sup>
≥6	6
5-6	12
4-5	20
3-4	30
2-3	40
1-2	50
0-1	60

Таблиця 5.3 – Класи якості води за показником ІЗВ

Значення ІЗВ	Класи якості води	Рівень забруднення води
≤0,2	I	«дуже чиста»
0,21-1,09	II	«чиста»
1,1-2,09	III	«помірно забруднена»
2,1 – 4,09	IV	«забруднена»
4,1 – 6,09	V	«брудна»
6,1 – 9,99	VI	«дуже брудна»
>10,0	VII	«надзвичайно брудна»

Аналіз отриманих даних: I клас – це води, на які найменше впливає антропогенне навантаження, їх гідроекологічні показники близькі до природних значень для даного регіону; II клас – це води з певними змінами щодо природного стану, однак зміни поки що не порушили екологічної рівноваги; III клас – води зі значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистем; води вищих класів – це води з порушеними екологічними параметрами, їх екологічний стан оцінюється як «екологічний регрес».

## 5.2 Практична частина

В практичній роботі №4 слід за допомогою пакету Microsoft Excel розрахувати значення показника ІЗВ по формулі 5.1 для певного

гідрохімічного пункту контролю згідно варіанту (табл. 5.4) для кожної дати протягом 2008 р. В розрахунку прийняти, що величина ГДК для азоту амонійного становить 0,39 мг/дм<sup>3</sup>, азоту нітратного – 0,02 мг/дм<sup>3</sup>, нафтопродуктів – 0,05 мг/дм<sup>3</sup>, фенолів – 0,001 мг/дм<sup>3</sup>.

Оформити результат по формі табл. 5.5. Проаналізувати отримані результати.

Таблиця 5.4 – Результати гідрохімічного моніторингу якості води за 2008 р. по Одеській області (вхідні дані для практичної роботи №4)

Дата	Вміст гідрохімічних показників, мг/дм <sup>3</sup>					
	O <sub>2</sub>	БСК <sub>5</sub>	NH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	феноли	НП
1	2	3	4	5	6	7
Варіант 1. озеро Кагул – с. Нагірне, азимут 218 на південь від околиці селища, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС						
21.01.08	12	2.39	0.29	0.018	0.001	0.02
21.04.08	8.73	4.82	0.01	0.008	0.003	0
8.07.08	6.44	4.14	0.18	0.008	0.006	0.01
20.10.08	7.62	3.51	0.35	0.008	0.001	0.04
Варіант 2. озеро Ялпуг – м. Болград, в межах міста, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС						
23.01.08	13	2.84	0.03	0.013	0.001	0
21.04.08	8.73	3.31	0.26	0.008	0.002	0
20.07.08	6.92	2.97	0.12	0.011	0.003	0.01
21.10.08	9.76	3.57	0.12	0.007	0	0
Варіант 3. озеро Ялпуг – с. Коса, 1,6 км на північний захід від селища, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС						
16.01.08	11	3.32	0.09	0.01	0.002	0
21.04.08	8.43	2.39	0.1	0.006	0.002	0
20.07.08	7.82	5.98	0.11	0.011	0.003	0.01
21.10.08	10.7	3.59	0.26	0.014	0.001	0
Варіант 4. озеро Кугурлуй – с. Нова Некрасівка, 2 км на півд. зх. від селища, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС						
23.01.08	11.3	2.22	0.03	0.019	0.003	0.01
18.04.08	8.73	3.01	0.06	0.01	0.001	0
20.07.08	7.52	2.96	0.11	0.012	0.003	0

Продовження табл. 5.4

1	2	3	4	5	6	7
Варіант 5. озеро Катлабух – с. Кислиця, в межах селища, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС						
18.01.08	10	1.84	0.16	0.019	0.002	0
21.04.08	8.43	3.29	0.36	0.008	0.003	0.01
16.07.08	7.46	4.4	0.05	0.012	0.005	0
20.10.08	8.23	2.93	0.12	0.008	0.002	0.04
Варіант 6. озеро Китай – с. Червоний Яр, в межах селища, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС						
10.01.08	13.7	2.56	0.13	0.015	0.002	0
14.04.08	8.43	5.41	0.04	0.005	0.002	0
16.07.08	6.88	2.67	0.13	0.01	0.005	
14.10.08	10.7	4.2	0.31	0.006	0.003	0.04
Варіант 7. озеро Сасик – с. Борисівка, правий берег, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС						
10.01.08	13.4	2.57	0.04	0.016	0.001	0.01
10.04.08	8.12	3.89	0	0.006	0.001	0
10.07.08	8.29	1.28	0.12	0.015	0.003	0
9.10.08	10.7	4.49	0.11	0.034	0.003	0.04
Варіант 8. р. Чага – м. Арциз, в межах міста, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС						
9.02.08	13.8	10.0	0.21	0.049	0.002	0.01
14.04.08	8.73	4.22	0.13	0.023	0.003	0.01
15.08.08	6.92	3.58	0.62	0.075	0.004	0.32
22.11.08	6.7	2.24	0.19	0.013	0.003	0

Таблиця 5.5 – Результати оцінки якості води за методом ІЗВ (приклад)

Дата	Коефіцієнти перевищень ГДК (рибогосподарських) за окремими показниками						Якість води за ІЗВ	
	O <sub>2</sub>	БСК <sub>5</sub>	NH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	феноли	НП	ІЗВ	Клас
Варіант 9. озеро Біле – м. Біляївка, пост ОДЕКУ								
21.01.08	0,50	0,78	0	0,4	1,7	0,28	0,61	II (чиста)
21.04.08	0,51	0,77	0	0,4	1,75	0,79	0,71	II (чиста)
8.07.08	0,52	0,76	0	0,6	0	0,95	0,47	II (чиста)
20.10.08	0,51	0,76	0	0,4	1,05	0,21	0,49	II (чиста)

### 5.3 Контрольні запитання до роботи № 4

1. Які основні характеристики використовуються для розрахунку величини ІЗВ?
2. Методика ІЗВ відноситься до простих чи комплексних методів експертної оцінки стану водних екосистем і чому?
3. Чому саме сполуки азоту беруться для розрахунку показника ІЗВ зважаючи на їх роль а екосистемі та можливі джерела надходження у водні об'єкти?
4. Чим можна пояснити, що для розрахунку класичного показника ІЗВ варто обов'язково використати вміст у воді нафтопродуктів і фенолів, зважаючи на їх роль в екосистемі та можливі шляхи надходження у водойми?
5. З чим порівнюються концентрації хімічних показників у воді при розрахунку величини ІЗВ?
6. Чому саме рибогосподарські норми ГДК беруться до уваги при розрахунку величини показника ІЗВ?
7. Чим обумовлена непостійність значень нормативів ГДК для розчиненого кисню і біохімічного споживання кисню у воді за 5 діб при розрахунках показника ІЗВ?
8. Чому при розрахунках показника ІЗВ для розчиненого кисню треба його вміст поділити на ГДК, а для сполук азоту, нафтопродуктів і фенолів треба зробити навпаки?
9. Чому при розрахунках показника ІЗВ для біохімічного споживання кисню у воді за 5 діб треба його вміст поділити на ГДК, а для сполук азоту, нафтопродуктів і фенолів треба зробити навпаки?
10. Чи можна вважати методику ІЗВ вичерпною в аналізі стану забрудненості водних екосистем?

## 6. ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5 «ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ЗА МЕТОДОМ КОМБІНАТОРНОГО ІНДЕКСУ ЗАБРУДНЕННЯ (КІЗ)»

### *Мета роботи:*

виконати автоматизовану оцінку якості води в створі річки за 2008 рік за методом комбінаторного індексу забруднення води (КІЗ), встановити приналежність водного об'єкта до певного класу і якісного стану забрудненості, проаналізувати отримані результати з використанням персонального комп'ютера (ПК) за допомогою MS Excel.

### *Завдання роботи:*

З використанням ПК за допомогою MS Excel виконайте автоматизовану оцінку якості води за методом КІЗ по формі таблиці, наведеній нижче.

### *Вихідні дані для виконання роботи:*

Дані моніторингу якості води у певному водному об'єкті за 2008 рік згідно варіанту

### 6.1 Теоретична частина

Даний метод дозволяє класифікувати якість води за повторюваністю і кратністю забруднення окремими гідрохімічними показниками, виділити пріоритетні забруднювальні речовини.

Метод КІЗ передбачає здійснення оцінки комплексності забруднення води в створі за допомогою умовного коефіцієнта комплексності, вираженого відношенням числа забруднювальних речовин, вміст яких перевищує функціонуючі в країні нормативи, до загального числа інгредієнтів, визначених програмою дослідження

$$K = 100 \cdot \frac{n'}{n}, \quad (6.1)$$

де  $K$  – умовний коефіцієнт комплексності забруднення, %;

$n'$  – число інгредієнтів і показників якості води, склад яких перевищує встановлені ГДК;

$n$  – загальне число нормованих інгредієнтів і показників якості води.

Використання методу КІЗ з метою встановлення рівня якості води водних об'єктів передбачає проведення триступеневої класифікації:

за ознаками повторюваності випадків забруднення;

за кратністю перевищення нормативів ГДК;

за характером забрудненості води окремими хімічними речовинами.

Класифікація за ознаками повторюваності випадків забруднення полягає у встановленні міри стійкості забрудненості за показником повторюваності випадків перевищення ГДК за певними гідрохімічними інгредієнтами

$$H_i = 100 \cdot \frac{N_{ГДК_i}}{N_i}, \quad (6.2)$$

де  $H_i$  – повторюваність випадків перевищення ГДК по  $i$ -му інгредієнту, %;

$N_{ГДК_i}$  – число випадків, коли вміст  $i$ -го інгредієнта перевищує його ГДК;

$N_i$  – загальне число результатів аналізу по  $i$ -му інгредієнту.

При аналізі забрудненості вод за ознаками повторюваності виділяються як якісно помітні такі характеристики забрудненості: «одинична» (до 10% випадків), «нестійка» (10-30% випадків), «стійка» (30-50% випадків), «характерна» (50-100% випадків). Якісним виразам виділених характеристик забрудненості води присвоюються кількісні показники (a, b, c, d) в балах від 1 до 4.

Класифікація за кратністю перевищення нормативів ГДК передбачає встановлення рівня забрудненості за показником кратності перевищення ГДК

$$K_i = \frac{C_i}{C_{ГДК}}, \quad (6.3)$$

де  $K_i$  – кратність перевищення ГДК по  $i$ -му інгредієнту;

$C_i$  – концентрація  $i$ -го інгредієнта у воді водного об'єкта, мг/дм<sup>3</sup>;

$C_{ГДК}$  – гранично допустима концентрація  $i$ -го інгредієнта, мг/дм<sup>3</sup>.

При аналізі загального ступеня забрудненості вод за показником кратності перевищення ГДК за рівнем забрудненості окремими речовинами виділяються як якісно помітні такі характеристики забрудненості: «низька» (до 2 ГДК), «середня» (2-10 ГДК), «висока» (10-50 ГДК), «дуже висока» (>50 ГДК). Якісним виразам виділених характеристик забрудненості води присвоюються кількісні показники ( $a_1, b_1, c_1, d_1$ ) в балах від 1 до 4.

При поєднанні першого та другого ступенів класифікації води по кожному з гідрохімічних інгредієнтів визначаються узагальнені оцінні бали ( $S_i$ ), одержані як добуток оцінок (a, b, c, d) та ( $a_1, b_1, c_1, d_1$ ) за окремими характеристиками. Значення  $S_i$  може становити від 1 до 16 – чим більша величина  $S_i$ , тим гірша якість води по окремому інгредієнту (табл. 6.1).

Класифікація за характером забрудненості води окремими хімічними речовинами полягає в узагальненні даних по окремих гідрохімічних показниках. Для цього обчислюється показник КІЗ (комбінаторний індекс забрудненості) шляхом додавання всіх узагальнених оцінних балів ( $S_i$ ) по окремих гідрохімічних показниках. При цьому ті гідрохімічні показники, для яких узагальнений оцінний бал  $S_i \geq 11$  вважаються лімітуючими ознаками забруднення (ЛОЗ), тобто вони виступають найбільшими забруднювальними речовинами і погіршують якість води до категорії «неприпустимо брудна».

Надалі розраховується показник осередненої забрудненості – питомий комбінаторний індекс забруднення (ПКІЗ). За цим показником встановлюється клас і розряд якості води («слабко забруднена», «забруднена», «брудна», «дуже брудна») та здійснюється висновок щодо придатності води для певного виду водокористування (табл. 6.2, 6.3).



Таблиця 6.1 – Оцінки забрудненості води окремими показниками

№ п/п	Комплексна характеристика стану забрудненості води водотоку	Загальні оцінні бали $S_i$		Характеристика якості води водотоку
		Виражені умовно	Абсолютні значення	
1	Одинична забрудненість низького рівня	$a \times a_1$	1	Слабо забруднена
2	Одинична забрудненість середнього рівня	$a \times b_1$	2	Забруднена
3	Одинична забрудненість високого рівня	$a \times c_1$	3	Брудна
4	Одинична забрудненість дуже високого рівня	$a \times d_1$	4	Брудна
5	Нестійка забрудненість низького рівня	$b \times a_1$	2	Забруднена
6	Нестійка забрудненість середнього рівня	$b \times b_1$	4	Брудна
7	Нестійка забрудненість високого рівня	$b \times c_1$	6	Дуже брудна
8	Нестійка забрудненість дуже високого рівня	$b \times d_1$	8	Дуже брудна
9	Стійка забрудненість низького рівня	$c \times a_1$	3	Брудна
10	Стійка забрудненість середнього рівня	$c \times b_1$	6	Дуже брудна
11	Стійка забрудненість високого рівня	$c \times c_1$	9	Дуже брудна
12	Стійка забрудненість дуже високого рівня	$c \times d_1$	12	Неприпустимо брудна
13	Характерна забрудненість низького рівня	$d \times a_1$	4	Брудна
14	Характерна забрудненість середнього рівня	$d \times b_1$	8	Дуже брудна
15	Характерна забрудненість високого рівня	$d \times c_1$	12	Неприпустимо брудна
16	Характерна забрудненість дуже високого рівня	$d \times d_1$	16	Неприпустимо брудна

Таблиця 6.2 – Класифікація якості води водостоків за величиною КІЗ

Клас якості вод	Розряд класу якості вод	Характеристика стану забрудненості води	Величина комбінаторного індексу забрудненості (КІЗ)					
			без врахування ЛОЗ	З врахуванням ЛОЗ				
				1 ЛОЗ	2 ЛОЗ	3 ЛОЗ	4 ЛОЗ	5 ЛОЗ
I	—	слабко забруднена	[0;1n]	[0; 0,9n]	[0; 0,8n]	[0;0,7n]	[0;0,6 n]	[0;0,5n]
II	—	забруднена	(1n; 2n]	(0,9n; 1,8n]	(0,8n; 1,6n]	(0,7n; 1,4n]	(0,6n;1,2n]	(0,5n; 1,0n]
III	розряд а)	брудна	(2n; 3n]	(1,8n; 2,7n]	(1,6n; 2,4n]	(1,4n; 2,1n]	(1,2n;1,8n]	(1,0n; 1,5n]
III	розряд б)	брудна	(3n; 4n]	(2,7n; 3,6n]	(2,4n; 3,2n]	(2,1n; 2,8n]	(1,8n;2,4n]	(1,5n; 2,0n]
IV	розряд а)	дуже брудна	(4n; 6n]	(3,6n; 5,4n]	(3,2n; 4,8n]	(2,8n; 4,2n]	(2,4n;3,6n]	(2,0n; 3,0n]
IV	розряд б)	дуже брудна	(6n ; 8n]	(5,4n; 7,2n]	(4,8n; 6,4n]	(4,2n; 5,6n]	(3,6n;4,8n]	(3,0n; 4,0n]
IV	розряд в)	дуже брудна	(8n; 10n]	(7,2n; 9,0n]	(6,4n; 8,0n]	(5,6n; 7,0n]	(4,8n;6,0n]	(4,0n; 5,0n]
IV	розряд г)	Дуже брудна	(10n; 11n]	(9,0n; 9,9n]	(8,0n; 8,8n]	(7,0n; 7,7n]	(6,0n;6,6n]	(5,0n; 5,5n]

Таблиця 6.3 – Вплив забруднення на можливість використання води водотоків

Стан води водотоків	Види водокористування					
	господарсько-питне	рекреація	побутове	рибне господарство	промисловість	зрошення
Слабко забруднена	Придатна з очисткою	Використовується	Придатна	Придатна для деяких видів риб	Придатна для всіх видів	Придатна
Забруднена	Не придатна	Не придатна	Не придатна	Непридатна	Усладнено	Придатна з обмеженнями
Брудна	Не придатна	Взагалі непридатна	Не придатна	Непридатна	Можливо для спеціальних цілей після очистки	Ускладнено
Дуже брудна	Не придатна	Не використовується	Взагалі неможливо	Неможливо	Можливо в окремих випадках	Можливо в окремих випадках

## 6.2 Практична частина

Згідно вхідних даних (табл. 6.4) по варіантам слід розрахувати якість води за гідрохімічними показниками за методом КІЗ по рибогосподарським нормативам ГДК в цілому за період часу (не по кожній даті!) за допомогою Microsoft Excel. Для цього використати наведену вище методику, результати оформити по формі табл. 6.5. Зробити аналіз отриманих результатів за власним варіантом.

### Пояснення заповнення форми табл. 6.5.

В даній таблиці дано однозначну характеристику оцінки якості води за період часу. Кожний гідрохімічний показник розраховується окремо по такій схемі: наводиться його ГДК, далі  $N$  – це кількість виміряних концентрацій показника за певний період часу,  $N'$  – кількість випадків з загальної кількості виміряних концентрацій показника, коли спостерігалось досягнення або перевищення ГДК (тобто, коли коефіцієнт перевищення ГДК був  $\geq 1$ ),  $H_i$  – % повторюваності перевищень ГДК від загальної кількості виміряних концентрацій показника ( $H_i = 100 \cdot (N'/N)$ ), оцінні індекси – присвоюються залежно від величини  $H_i$  за методикою,  $K_i$  – середня кратність перевищення ГДК за певним показником по всьому його часовому ряду концентрацій, оцінні індекси – присвоюються за величиною  $K_i$  згідно методики, оцінні бали  $S_i$  – розраховуються як добуток оцінних балів по етапам розрахунків характеристик  $H_i$  і  $K_i$  і характеризують ступінь забруднення води за часовий період по окремому гідрохімічному показнику.

У верхньому рядку таблиці 6.5 наводиться узагальнення розрахунку. Показник  $n$  – загальна кількість гідрохімічних показників, які було взято для розрахунку,  $n'$  – кількість гідрохімічних показників, які в часових рядах мали хоча б один випадок досягнення або перевищення ГДК (коли  $N' \geq 1$ ). Показник  $K = 100 \cdot (n'/n)$  – коефіцієнт комплексності забруднення. КІЗ розраховується як сума оцінних балів  $S_i$  по всім окремим гідрохімічним показникам і є сумарним забрудненням (комбінаторний індекс забруднення). Показник ПКІЗ є питомим комбінаторним індексом забруднення і розраховується як результат ділення значення показника КІЗ на загальну кількість гідрохімічних показників у розрахунку  $n$ .

Клас якості обирається за методикою в табл. 6.2 з врахуванням отриманого значення ПКІЗ та наявності або відсутності речовин ЛОЗ (показники, в яких при розрахунку оцінні бали  $S_i \geq 11$ ).

Таблиця 6.4 – Вхідні дані до роботи №5

Дата	Концентрація, мг/дм <sup>3</sup>									
	O <sub>2</sub>	Ca	Mg	Na	K	SO <sub>4</sub>	Cl	Σ <sub>M</sub>	P <sub>min</sub>	NO <sub>2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Варіант 1. озеро Кагул – с. Нагірне, азимут 218 на південь від околиці селища, пост Державної Гідрометслужби ДСУЗНС										
21.01.08	12	35.6	27.4	41.2	0.4	56.2	52.2	398	0.048	0.018
21.04.08	8.73	29.9	30.4	67.5	0	65.5	79.9	461	0.05	0.008
8.07.08	6.44	31.9	26.3	226	0	301	87.9	919	0.036	0.008
20.10.08	7.62	31.9	48.5	118	0	181	91.6	710	0.079	0.008
Варіант 2. озеро Ялпуг – м. Болград, в межах міста, пост Державної Гідрометслужби ДСУЗНС										
23.01.08	13	53.6	75.8	180	2.6	311	194	1070	0.021	0.013
21.04.08	8.73	46.5	69.7	224	0	424	249	1262	0.005	0.008
20.07.08	6.92	47.5	46.9	332	0.6	472	183	1358	0.018	0.011
21.10.08	9.76	57.5	68.2	211	0.3	351	172	1149	0.084	0.007
Варіант 3. озеро Ялпуг – с. Коса, 1,6 км на північний захід від селища, пост Державної Гідрометслужби ДСУЗНС										
16.01.08	11	44.1	63.6	128	0	226	135	841	0.081	0.01
21.04.08	8.43	39.4	65.8	117	0	311	231	996	0.005	0.006
20.07.08	7.82	41	43.3	210	21	271	154	986	0.021	0.011
21.10.08	10.7	50.1	53.5	208	0.4	301	153	1049	0.044	0.014
Варіант 4. озеро Кугурлуй – с. Нова Некрасівка, 2 км на півд. зх. від селища, пост Державної Гідрометслужби ДСУЗНС										
23.01.08	11.3	46.5	37.6	44.8	0	84.2	69.4	495	0.036	0.019
18.04.08	8.73	39.4	64.8	19.8	0	113	169	575	0.04	0.01
20.07.08	7.52	22.9	24.6	98.2	0.4	121	87.9	522	0.029	0.012
21.10.08	9.15	41.8	40.9	174	0	271	110	860	0.013	0.009

Продовження табл. 6.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Варіант 5. озеро Катлабух – с. Кислиця, в межах селища, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС										
18.01.08	10	34.8	120	64.5	0	226	159	908	0.02	0.019
21.04.08	8.43	40.2	83.4	400	90	666	244	1730	0.012	0.008
16.07.08	7.46	46.7	79.6	362	0	482	294	1608	0.045	0.012
20.10.08	8.23	50.9	89	395	0.1	512	338	1759	0.024	0.008
Варіант 6. озеро Китай – с. Червоний Яр, в межах селища, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС										
10.01.08	13.7	81.5	157	530	0	953	525	2460	0.085	0.015
14.04.08	8.43	60.1	107	260	0.9	433	363	1433	0.034	0.005
16.07.08	6.88	122	244	187	2	601	590	2041	0.046	0.01
14.10.08	10.7	164	241	836	0	1689	770	4062	0.054	0.006
Варіант 7. озеро Сасик – с. Борисівка, правий берег, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС										
10.01.08	13.4	70.6	99.2	406	0	443	577	1784	0.072	0.016
10.04.08	8.12	75.2	74.3	401	0.5	424	518	1684	0.114	0.006
10.07.08	8.29	54.9	65.5	388	0	401	438	1562	0.03	0.015
9.10.08	10.7	111	111	562	0	897	501	2501	0.293	0.034
Варіант 8. р. Чага – м. Арциз, в межах міста, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС										
9.02.08	13.8	167	125	434	0	879	336	2431	0.102	0.049
14.04.08	8.73	79.2	134	531	21	860	521	2471	0.109	0.023
15.08.08	6.92	55	25.7	694	1.3	788	331	2385	0.105	0.075
22.11.08	6.7	46.7	19.7	234	0	79.8	117	1006	0.168	0.013

Продовження табл. 6.4

Дата	Концентрація, мг/дм <sup>3</sup>										
	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	БО	БСК <sub>5</sub>	фен	н/пр	СПАР	Cu	Zn	Cr	Mn
1	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Варіант 1. озеро Кагул – с. Нагірне, азимут 218 на південь від околиці селища, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС											
21.01.08	0.29	0.29	17.2	2.39	0.001	0.02	0	0	0	0.007	0
21.04.08	0.17	0.01	33.5	4.82	0.003	0	0.03	0	0	0.008	0
8.07.08	0.13	0.18	15.9	4.14	0.006	0.01	0.05	0	0	0.029	0
20.10.08	0.16	0.35	106	3.51	0.001	0.04	0	0	0	0.005	0
Варіант 2. озеро Ялпуг – м. Болград, в межах міста, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС											
23.01.08	0.14	0.03	18.4	2.84	0.001	0	0	0	0	0.008	0
21.04.08	0.17	0.26	19.6	3.31	0.002	0	0	0	0	0.008	0
20.07.08	0.18	0.12	26.4	2.97	0.003	0.01	0.06	0	0	0.006	0
21.10.08	0.27	0.12	75.8	3.57	0	0	0.01	0	0	0.018	0
Варіант 3. озеро Ялпуг – с. Коса, 1,6 км на північний захід від селища, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС											
16.01.08	0.25	0.09	16.4	3.32	0.002	0	0.02	0	0	0.007	0
21.04.08	0.2	0.1	23.3	2.39	0.002	0	0	0	0	0.009	0
20.07.08	0.17	0.11	25.5	5.98	0.003	0.01	0.01	0	0	0.007	0
21.10.08	0.22	0.26	83.3	3.59	0.001	0	0.02	0	0	0.016	0
Варіант 4. озеро Кугурлуй – с. Нова Некрасівка, 2 км на півд. зх. від селища, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС											
23.01.08	0.14	0.03	17.2	2.22	0.003	0.01	0	0	0	0.012	0
18.04.08	0.17	0.06	23.3	3.01	0.001	0	0	0	0	0.006	0
20.07.08	0.18	0.11	16.4	2.96	0.003	0	0.09	0	0	0.006	0
21.10.08	0.11	0.26	68.2	3.26	0.002	0	0.02	0	0	0.011	0

Продовження табл. 6.4

1	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Варіант 5. озеро Катлабух – с. Кислиця, в межах селища, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС											
18.01.08	0.28	0.16	18.4	1.84	0.002	0	0.01	0	0	0.003	0
21.04.08	0.2	0.36	32.6	3.29	0.003	0.01	0.03	0	0	0.014	0
16.07.08	0.33	0.05	25.5	4.4	0.005	0	0	0	0	0.025	0
20.10.08	0.18	0.12	200	2.93	0.002	0.04	0.09	0	0	0.014	0
Варіант 6. озеро Китай – с. Червоний Яр, в межах селища, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС											
10.01.08	0.22	0.13	17.2	2.56	0.002	0	0.01	0	0	0.004	0
14.04.08	0.27	0.04	27	5.41	0.002	0	0.04	0	0	0.013	0
16.07.08	0.31	0.13	46.6	2.67	0.005			0	0	0.027	0
14.10.08	0.35	0.31	200	4.2	0.003	0.04	0.05	0	0	0.009	0
Варіант 7. озеро Сасик – с. Борисівка, правий берег, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС											
10.01.08	0.14	0.04	13.6	2.57	0.001	0.01	0	0	0	0.007	0
10.04.08	0.53	0	24.2	3.89	0.001	0	0	0	0	0.012	0
10.07.08	0.22	0.12	16.7	1.28	0.003	0	0.06	0	0	0.024	0
9.10.08	1.8	0.11	170	4.49	0.003	0.04	0.02	0	0	0.018	0
Варіант 8. р. Чага – м. Арциз, в межах міста, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС											
9.02.08	5.46	0.21	23.2	10.0	0.002	0.01	0.05	0	0	0.006	0
14.04.08	0.54	0.13	27.9	4.22	0.003	0.01	0.07	0	0	0.006	0
15.08.08	1.8	0.62	12.1	3.58	0.004	0.32	0.04	0	0	0.026	0
22.11.08	0.5	0.19	20.5	2.24	0.003	0	0.06	0	0	0.009	0



Таблиця 6.5 – Приклад оформлення результатів оцінки якості води за методом КІЗ

Таблиця - Оцінка якості води р. Мертвовод - с. Крива Пустош (1952 - 2008 рр.) за методом КІЗ за рибогосподарськими нормами ГДК											
n=21; n'=21; K=100%; КІЗ=77; ПКІЗ=3,67; клас якості ШБ - "брудна"											
Показник	[O <sub>2</sub> ]	[Ca <sup>2+</sup> ]	[Mg <sup>2+</sup> ]	[Na <sup>+</sup> ]	[K <sup>+</sup> ]	[SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]	[Cl <sup>-</sup> ]	[M]	[P <sub>min</sub> ]	[NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ]	-
ГДК, мг/дм <sup>3</sup>	6	180	40	120	50	100	300	1000	1	0,02	-
N	122	163	200	163	163	201	201	200	161	184	-
N'	7	9	126	17	17	162	2	109	4	84	-
H <sub>i</sub>	6	5,52	63	8,8	8,8	80,6	0,99	54,5	2,48	45,6	-
Оцінні індекси	1	1	4	1	1	4	1	4	1	3	-
K <sub>i</sub>	0,54	0,61	1,44	0,8	0,8	3,1	0,44	1,08	0,14	2,58	-
Оцінні індекси	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	-
Оцінні бали S <sub>i</sub>	1	1	4	1	1	8	1	4	1	6	-
Показник	[NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]	[NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]	[ХСК]	[БСК <sub>5</sub> ]	феноли	Н-пр	СПАР	[Cu <sup>2+</sup> ]	[Zn <sup>2+</sup> ]	[Cr <sup>6+</sup> ]	[Mn <sup>2+</sup> ]
ГДК, мг/дм <sup>3</sup>	9,1	0,39	20	2,25	0,001	0,05	0,2	0,001	0,01	0,001	0,01
N	160	131	123	121	57	76	97	117	114	113	113
N'	1	69	42	105	11	9	1	109	21	92	1
H <sub>i</sub>	0,62	52,7	34,1	86,8	19,3	11,1	1	93,1	18,4	81,4	0
Оцінні індекси	1	4	3	4	2	1	1	4	2	4	1
K <sub>i</sub>	0,09	2,92	1,29	1,55	2,05	1,31	0,27	5,1	0,6	6,64	0
Оцінні індекси	1	2	1	1	2	1	1	2	1	2	1
Оцінні бали S <sub>i</sub>	1	8	3	4	4	1	1	8	2	8	1

### 6.3 Контрольні запитання до роботи № 5

1. В чому полягає особливість методики КІЗ в плані отримуваних результатів оцінки забрудненості води порівняно з методикою ІЗВ?
2. Чи відноситься методика ПКІЗ до комплексних методів оцінки якості води у водоймах?
3. Чи обмежується чимось в методиці КІЗ кількість гідрохімічних показників, яка залучається до розрахунку якості вод?
4. Чи залежить комплексність отриманих результатів оцінки якості води за методикою КІЗ від кількості залучених до розрахунку гідрохімічних показників?
5. Чи однаковими будуть результати оцінки якості води за методикою КІЗ у випадку, коли взяти рибогосподарські і господарсько-питні норми ГДК для одних і тих же гідрохімічних показників?
6. Як розраховується в методиці КІЗ показник регулярності випадків перевищення ГДК у часовому ряді виміряних концентрацій окремих хімічних інгредієнтів?
7. Як розраховується в методиці КІЗ коефіцієнт перевищення ГДК у кожній вимірній концентрації гідрохімічного показника?
8. Як розраховується в методиці КІЗ показник комплексності забруднення  $K$ ?
9. Як розраховується в методиці КІЗ індивідуальній оцінний бал  $S_i$ ?
10. Як ідентифікується речовина-ЛОЗ в методиці КІЗ?
11. Чи є методика КІЗ універсальною можливістю порівняти якість води в різних водних об'єктах при різній кількості виміряних гідрохімічних показників їх вод?
12. Чи повністю методика КІЗ задовольняє потребам оцінки поточного стану водного об'єкта за гідрохімічними показниками?
13. Чи повністю відображає результат оцінки якості води за гідрохімічними показниками за методом КІЗ реальний стан водної екосистеми?
14. Чи можна застосувати метод оцінки якості води за показником КІЗ до окремих дат відбору проб води на хімічний аналіз у певному водному об'єкті?
15. В чому полягає особливість і комплексність методики оцінки якості вод за показником КІЗ для характеристики стану водного об'єкта у часі і просторі?

## **7. ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6 «ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ЗА ВІДПОВІДНИМИ КАТЕГОРІЯМИ»**

### ***Мета роботи:***

виконати автоматизовану оцінку якості води в створі річки за 2008 рік за методом екологічної оцінки за пів відповідними категоріями, встановити приналежність водного об'єкта до певного класу і якісного стану забрудненості, проаналізувати отримані результати з використанням персонального комп'ютера (ПК) за допомогою MS Excel.

### ***Завдання роботи:***

З використанням ПК за допомогою MS Excel виконайте автоматизовану оцінку якості води за методом екологічної оцінки по формі таблиці, наведеній нижче.

### ***Вихідні дані для виконання роботи:***

Дані моніторингу якості води у певному водному об'єкті за 2008 рік згідно варіанту

### **7.1 Теоретична частина**

Дана методика дозволяє здійснити екологічну оцінку якості води – одержати інформацію про воду як складову водної екосистеми, життєве середовище гідробіонтів і важливу частину природного середовища людини. Характеристика якості поверхневих вод дається на основі екологічної класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. Класифікація включає широкий набір показників, які відображають особливості абіотичної і біотичної складових водних екосистем.

Застосування методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями дає змогу оцінити тенденції зміни якості поверхневих вод суші та естуаріїв України в часі і просторі, визначити вплив антропогенного навантаження на екосистеми водних об'єктів, оцінити зміни стану водних ресурсів, вирішити економічні і соціальні питання, пов'язані із забезпеченням охорони довкілля, планувати і здійснювати водоохоронні заходи та оцінювати їх ефективність.

Згідно методики, встановлено п'ять класів і сім категорій якості вод.

Процедура виконання екологічної оцінки складається з таких етапів: етап групування і обробки вихідних даних в межах трьох блоків (блоку сольового складу, блоку трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників, блоку показників вмісту і біологічної дії специфічних речовин);

етап визначення класів і категорій якості води за окремими показниками (середні і найгірші значення кожного показника зіставляються з відповідними критеріями якості води, визначаються категорії якості води за окремими показниками);

етап узагальнення оцінок якості води за окремими показниками (вираженими в класах і категоріях) по окремих блоках з визначенням інтегральних значень класів і категорій якості води;

етап визначення об'єднаної оцінки якості води (з визначенням класів і категорій) для водного об'єкта за певний період спостережень.

Методика екологічної оцінки якості води передбачає розрахунок в межах трьох блоків середніх і найгірших значень для трьох блокових індексів якості води, а саме: для індексу компонентів сольового складу ( $I_{1\text{сер}}$ ,  $I_{1\text{макс}}$ ), для трофо-сапробіологічного індексу ( $I_{2\text{сер}}$ ,  $I_{2\text{макс}}$ ), для індексу показників токсичної і радіаційної дії ( $I_{3\text{сер}}$ ,  $I_{3\text{макс}}$ ). На заключному етапі здійснюється обчислення інтегрального (екологічного) індексу ( $I_e$ ) за формулою

$$I_e = \frac{(I_1 + I_2 + I_3)}{3}, \quad (7.1)$$

де  $I_1$  – індекс забруднення компонентами сольового складу;

$I_2$  – індекс трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників;

$I_3$  – індекс специфічних показників токсичної і радіаційної дії.

Розрахунок проводиться поетапно за таблицями 7.1 – 7.7.

Таблиця 7.1 – Класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критеріями іонного складу

Клас	Гідрокарбонатні (С)			Сульфатні (S)			Хлоридні (Cl)		
Група	Са	Mg	Na	Ca	Mg	Na	Ca	Mg	Na
Тип	I, II, III	I, II, III	I, II, III	II, III, IV	II, III, IV	I, II, III	II, III, IV	II, III, IV	I,II, III

Таблиця 7.2 – Класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критерієм мінералізації

Клас якості вод	Прісні води - I		Солонуваті води - II			Солоні води - III	
Категорія якості вод	Гіпо-галінні - 1	Оліго-галінні - 2	$\beta$ -мезо-галінні - 3	$\alpha$ -мезо-галінні - 4	Полі-галінні - 5	Еу-галінні - 6	Ультра-галінні - 7
Мінералізація, г/дм <sup>3</sup>	<0.5	0.51-1.0	1.01-5.0	5.01-18.0	18.01-30.0	30.01-40.0	>40.0

Таблиця 7.3 – Класифікація якості прісних гіпо- та олігогалінних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу

Клас якості вод		I	II		III		IV	V
Категорія якості вод		1	2	3	4	5	6	7
Показники, мг/дм <sup>3</sup>	Сума іонів	≤500	501-750	751-1000	1001-1250	1251-1500	1501-2000	>2000
	Хлориди	≤20	21-30	31-75	76-150	151-200	201-300	>300
	Сульфати	≤50	51-75	76-100	101-150	151-200	201-300	>300

Таблиця 7.4 – Класифікація якості солонуватих β-мезогалінних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу

Клас якості вод		I	II		III		IV	V
Категорія якості вод		1	2	3	4	5	6	7
Показники, мг/дм <sup>3</sup>	Сума іонів	1000-1500	1501-2000	2001-2500	2501-3000	3001-3500	3501-4000	>4000
	Хлориди	≤200	201-400	401-600	601-800	801-1000	1001-1200	>1200
	Сульфати	≤400	401-800	801-900	901-1000	1001-1100	1101-1200	>1200

Таблиця 7.5 – Екологічна класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за трофо-сапробіологічними критеріями (фрагмент)

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	<5	5-10	11-20	21-30	31-50	51-100	>100
рН	6.9-7.0	6.7-6.7	6.5-6.6	6.3-6.4	6.1-6.2	5.9-6.0	<5.9
	7.1-7.5	7.6-7.9	8.0-8.1	8.2-8.3	8.4-8.5	8.6-9.7	>8.7
Азот амонійий, мгN/дм <sup>3</sup>	<0.1	0.1-0.2	0.21-0.3	0.31-0.5	0.51-1	1.01-2.5	>2.5
Азот нітритний, мгN/дм <sup>3</sup>	<0.002	0.002-0.005	0.006-0.01	0.011-0.02	0.021-0.05	0.051-0.1	>0.1
Азот нітратний, мгN/дм <sup>3</sup>	<0.2	0.2-0.3	0.31-0.5	0.51-0.7	0.71-1.0	1.01-2.5	>2.5
Фосфор фосфатів, мгP/дм <sup>3</sup>	<0.015	0.015-0.03	0.031-0.05	0.051-0.1	0.101-0.2	0.201-0.3	>0.3
Розчинений кисень, мгO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	>8	7.6-8	7.1-7.5	6.1-7	5.1-6	4-5	<4
Розчинений кисень, % насичення	96-100	91-96	81-90	71-80	61-70	40-60	<40
	101-105	106-110	111-120	121-130	131-140	141-150	>150
БСК <sub>5</sub> , мгO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	<1.0	1.0-1.6	1.7-2.1	2.2-4.0	4.1-7.0	7.1-12.0	>12.0
Перманганатна окислюваність, мгO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	<3	3.0-5.0	5.1-8.0	8.1-10.0	10.1-15.0	15.1-20.0	>20.0
Біхроматна окислюваність, мгO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	<9	9-15	16-25	26-30	31-40	41-60	>60

Таблиця 7.6 – Екологічна класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії (фрагмент)

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
Мідь, мкг/дм <sup>3</sup>	<1	1	2	3-10	11-25	26-50	>50
Цинк, мкг/дм <sup>3</sup>	<10	10-15	16-20	21-50	51-100	101-200	>200
Хром заг., мкг/дм <sup>3</sup>	<2	2-3	4-5	6-10	11-25	26-50	>50
Залізо заг., мкг/дм <sup>3</sup>	<50	50-70	76-100	101-500	501-1000	1001-2500	>2500
Марганець, мкг/дм <sup>3</sup>	<10	10-25	26-50	51-100	101-500	501-1250	>1250
Нафтопродукти, мкг/дм <sup>3</sup>	<10	10-25	26-50	51-100	101-200	201-300	>300
Феноли, мкг/дм <sup>3</sup>	0	<1	1	2	3-5	6-20	>20
СПАР, мкг/дм <sup>3</sup>	0	<10	10-20	21-50	51-100	101-250	>250



Таблиця 7.7 – Класи і категорії якості поверхневих вод суші та естуаріїв України за екологічною класифікацією

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
Назва класів і категорій якості вод за їх станом	Відмінні	Добрі		Задовільні		Погані	Дуже погані
	Відмінні	Дуже добрі	Добрі	Задовільні	Посередні	Погані	Дуже погані
Назва класів і категорій якості вод за ступенем їх чистоти (забрудненості)	Дуже чисті	Чисті		Забруднені		Брудні	Дуже брудні
	Дуже чисті	Чисті	Досить чисті	Слабко забруднені	Помірно забруднені	Брудні	Дуже брудні
Трофність (переважаючий тип)	Оліготрофні	Мезотрофні		Евтрофні		Політрофні	Гіпертрофні
	Олігомезотрофні	Мезотрофні	Мезоевтрофні	Евтрофні	Евполітрофні	Політрофні	Гіпертрофні
Сапробність	Олігосапробні		β-мезосапробні		α-мезосапробні		Полісапробні
	β-олігосапробні	α-олігосапробні	β'-мезосапробні	β''-мезосапробні	α'-мезосапробні	α''-мезосапробні	Полісапробні

## 7.2 Практична частина

Першим кроком в екологічній оцінці є класифікація води за критерієм критеріями іонного складу, яка виконується згідно табл. 7.1. Клас води дається по домінуючому аніону, група – по катіону, тип залежить від співвідношення іонів: I тип ( $\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^+ + \text{Mg}^{2+}$ ); II тип ( $\text{HCO}_3^- < \text{Ca}^+ + \text{Mg}^{2+} < \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$ ); III тип ( $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} < \text{Ca}^+ + \text{Mg}^{2+}$  або  $\text{Cl}^- > \text{Na}^+$ ); IV тип ( $\text{HCO}_3^- = 0$ ). У цих співвідношеннях мається на увазі вміст головних іонів не в мг/дм<sup>3</sup>, а у формі % по мг-екв/дм<sup>3</sup> концентрації.

Перерахунок концентрацій іонів з мг/дм<sup>3</sup> у мг-екв/дм<sup>3</sup> здійснюється шляхом поділу концентрації в мг/дм<sup>3</sup> на коефіцієнти, що відповідають атомній масі сполук, а саме: 20.04 (кальцій), 12.16 (магній), 23 (натрій), 39.208 (калій), 61.05 (гідрокарбонат), 35.461 (хлорид), 48.031 (сульфат). Для перевірки правильності розрахунків еквівалентів головних іонів обов'язково перевіряється правило рівності сум еквівалентів катіонів та аніонів.

Надалі проводиться класифікація води за критерієм мінералізації і розрахунок індексу забруднення компонентами сольового складу  $I_1$  згідно табл. 7.3 – 7.4. Потім розраховуються індекси трофо – сапробіологічних (еколого-санітарних) показників ( $I_2$ ) та індекси специфічних показників токсичної і радіаційної дії ( $I_3$ ) згідно табл. 7.5 – 7.6. При розрахунку блоку специфічних речовин токсичної дії слід врахувати, що у табл. 7.6 нормативи категорій якості води даються у мкг/дм<sup>3</sup> а у вхідних гідрохімічних даних відповідні показники виражені у мг/дм<sup>3</sup>. Остаточна оцінка робиться після розрахунку екологічного індексу по формулі 7.1 та по табл. 7.7.

Розрахунок екологічної оцінки якості води може проводитись як для кожної окремо взятої проби на хімічний аналіз, так і за певний часовий період в цілому. Також розрізняють ґрунтовну екологічну оцінку якості води за всім комплексом показників якості води (в тому числі – гідробіологічними) і орієнтовну оцінку – за окремими показниками.

Зважаючи, що матеріали стандартного гідрохімічного моніторингу на постах контролю зазвичай не передбачають вимірювання суто гідробіологічних показників, тож і розрахунок за обмеженим переліком суто гідрохімічних показників по суті є саме орієнтовною екологічною оцінкою якості вод.

В даному випадку слід здійснити екологічну оцінку якості води за вхідними даними – табл. 7.8 за певний часовий період (2008 р.) за середніми і найгіршими значеннями концентрацій показників (увага! – під найгіршими значеннями концентрацій для більшості показників мається на увазі їх максимальний вміст протягом досліджуваного часового періоду, а для розчиненого кисню в обох варіантах концентрацій – мг/дм<sup>3</sup> і % насичення – мається на увазі мінімальний вміст у воді протягом часового періоду.)

Отримані результати треба оформити по формі табл. 7.9, помістити в оформлену роботу письмово проаналізувати отримані результати.

Таблиця 7.8 – Результати гідрохімічного моніторингу якості води за 2008 р. по Одеській області

Дата	Завислі речовини (мг/дм <sup>3</sup> )	рН	О <sub>2</sub>		Головні іони, мг/дм <sup>3</sup>							
			(мг/дм <sup>3</sup> )	%нас	Ca	Mg	Na	K	НСО <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	ΣМ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Варіант 1. озеро Кагул – с. Нагірне, азимут 218 на південь від околиці селища, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС												
21.01.08	77.5	7.8	12	83	35.6	27.4	41.2	0.4	185	56.2	52.2	398
21.04.08	80.2	8.2	8.73	89	29.9	30.4	67.5	0	188	65.5	79.9	461
8.07.08	26.6	7.7	6.44	80	31.9	26.3	226	0	246	301	87.9	919
20.10.08	248	7.95	7.62	71	31.9	48.5	118	0	240	181	91.6	710
Варіант 2. озеро Ялпуг – м. Болград, в межах міста, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС												
23.01.08	41.2	7.85	13	90	53.6	75.8	180	2.6	253	311	194	1070
21.04.08	66.9	8.3	8.73	86	46.5	69.7	224	0	249	424	249	1262
20.07.08	29.2	8.5	6.92	85	47.5	46.9	332	0.6	276	472	183	1358
21.10.08	125	8.15	9.76	90	57.5	68.2	211	0.3	289	351	172	1149
Варіант 3. озеро Ялпуг – с. Коса, 1,6 км на північний захід від селища, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС												
16.01.08	43.2	7.95	11	74	44.1	63.6	128	0	245	226	135	841
21.04.08	69.8	8.4	8.43	83	39.4	65.8	117	0	232	311	231	996
20.07.08	28.8	8.75	7.82	96	41	43.3	210	21	246	271	154	986
21.10.08	138	8.15	10.7	93	50.1	53.5	208	0.4	283	301	153	1049
Варіант 4. озеро Кугурлуй – с. Нова Некрасівка, 2 км на півд. зх. від селища, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС												
23.01.08	63.8	7.6	11.3	78	46.5	37.6	44.8	0	213	84.2	69.4	495
18.04.08	45	8.1	8.73	86	39.4	64.8	19.8	0	169	113	169	575
20.07.08	31.5	7.85	7.52	93	22.9	24.6	98.2	0.4	167	121	87.9	522
21.10.08	106	7.8	9.15	84	41.8	40.9	174	0	223	271	110	860

Продовження табл. 7.8

Біогенні речовини, мг/дм <sup>3</sup>						Показники забрудненості води, мг/дм <sup>3</sup>					Важкі метали, мг/дм <sup>3</sup>			
P <sub>min</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Si	Fe	БО	БСК <sub>5</sub>	фен	н/пр	СПАР	Cu	Zn	Cr	Mn
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Варіант 1. озеро Кагул – с. Нагірне, азимут 218 на південь від околиці селища, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС														
0.048	0.018	0.29	0.29	3.76	-	17.2	2.39	0.001	0.02	0	0	0	0.007	0
0.05	0.008	0.17	0.01	2.99	-	33.5	4.82	0.003	0	0.03	0	0	0.008	0
0.036	0.008	0.13	0.18	3.35	-	15.9	4.14	0.006	0.01	0.05	0	0	0.029	0
0.079	0.008	0.16	0.35	5.16	-	106	3.51	0.001	0.04	0	0	0	0.005	0
Варіант 2. озеро Ялпуг – м. Болград, в межах міста, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС														
0.021	0.013	0.14	0.03	2.97	-	18.4	2.84	0.001	0	0	0	0	0.008	0
0.005	0.008	0.17	0.26	1.65	-	19.6	3.31	0.002	0	0	0	0	0.008	0
0.018	0.011	0.18	0.12	4.64	-	26.4	2.97	0.003	0.01	0.06	0	0	0.006	0
0.084	0.007	0.27	0.12	3.28	-	75.8	3.57	0	0	0.01	0	0	0.018	0
Варіант 3. озеро Ялпуг – с. Коса, 1,6 км на північний захід від селища, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС														
0.081	0.01	0.25	0.09	3.91	-	16.4	3.32	0.002	0	0.02	0	0	0.007	0
0.005	0.006	0.2	0.1	0.58	-	23.3	2.39	0.002	0	0	0	0	0.009	0
0.021	0.011	0.17	0.11	4.26	-	25.5	5.98	0.003	0.01	0.01	0	0	0.007	0
0.044	0.014	0.22	0.26	4.27	-	83.3	3.59	0.001	0	0.02	0	0	0.016	0
Варіант 4. озеро Кугурлуй – с. Нова Некрасівка, 2 км на півд. зх. від селища, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС														
0.036	0.019	0.14	0.03	4.34	-	17.2	2.22	0.003	0.01	0	0	0	0.012	0
0.04	0.01	0.17	0.06	1.86	-	23.3	3.01	0.001	0	0	0	0	0.006	0
0.029	0.012	0.18	0.11	4.94	-	16.4	2.96	0.003	0	0.09	0	0	0.006	0
0.013	0.009	0.11	0.26	4.28	-	68.2	3.26	0.002	0	0.02	0	0	0.011	0

Продовження табл. 7.8

1		3		5	6	7	8	9	10	11	12	13
Варіант 5. озеро Катлабух – с. Кислиця, в межах селища, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС												
18.01.08	49.9	8.2	10	68	34.8	120	64.5	0	304	226	159	908
21.04.08	382	8.4	8.43	87	40.2	83.4	400	90	207	666	244	1730
16.07.08	103	7.7	7.46	85	46.7	79.6	362	0	344	482	294	1608
20.10.08	280	8.55	8.23	74	50.9	89	395	0.1	374	512	338	1759
Варіант 6. озеро Китай – с. Червоний Яр, в межах селища, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС												
10.01.08	105	8.05	13.7	92	81.5	157	530	0	216	953	525	2460
14.04.08	117	8.6	8.43	84	60.1	107	260	0.9	209	433	363	1433
16.07.08	49.5	7.85	6.88	75	122	244	187	2	295	601	590	2041
14.10.08	222	8.05	10.7	100	164	241	836	0	362	1689	770	4062
Варіант 7. озеро Сасик – с. Борисівка, правий берег, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС												
10.01.08	65	8.05	13.4	91	70.6	99.2	406	0	189	443	577	1784
10.04.08	377	8.2	8.12	75	75.2	74.3	401	0.5	191	424	518	1684
10.07.08	73.2	8.3	8.29	93	54.9	65.5	388	0	215	401	438	1562
9.10.08	260	8	10.7	106	111	111	562	0	319	897	501	2501
Варіант 8. р. Чага – м. Арциз, в межах міста, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС												
9.02.08	50.6	8.1	13.8	94	167	125	434	0	490	879	336	2431
14.04.08	107	8.6	8.73	78	79.2	134	531	21	325	860	521	2471
15.08.08	60	8.1	6.92	81	55	25.7	694	1.3	490	788	331	2385
22.11.08	134	8	6.7	62	46.7	19.7	234	0	509	79.8	117	1006

Продовження табл. 7.8

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Варіант 5. озеро Катлабух – с. Кислиця, в межах селища, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС														
0.02	0.019	0.28	0.16	0.66	-	18.4	1.84	0.002	0	0.01	0	0	0.003	0
0.012	0.008	0.2	0.36	1.8	-	32.6	3.29	0.003	0.01	0.03	0	0	0.014	0
0.045	0.012	0.33	0.05	1.95	-	25.5	4.4	0.005	0	0	0	0	0.025	0
0.024	0.008	0.18	0.12	4.13	-	200	2.93	0.002	0.04	0.09	0	0	0.014	0
Варіант 6. озеро Китай – с. Червоний Яр, в межах селища, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС														
0.085	0.015	0.22	0.13	5.71	-	17.2	2.56	0.002	0	0.01	0	0	0.004	0
0.034	0.005	0.27	0.04	1.85	-	27	5.41	0.002	0	0.04	0	0	0.013	0
0.046	0.01	0.31	0.13	4.72	-	46.6	2.67	0.005			0	0	0.027	0
0.054	0.006	0.35	0.31	5.58	-	200	4.2	0.003	0.04	0.05	0	0	0.009	0
Варіант 7. озеро Сасик – с. Борисівка, правий берег, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС														
0.072	0.016	0.14	0.04	4.68	-	13.6	2.57	0.001	0.01	0	0	0	0.007	0
0.114	0.006	0.53	0	1.81	-	24.2	3.89	0.001	0	0	0	0	0.012	0
0.03	0.015	0.22	0.12	4.48	-	16.7	1.28	0.003	0	0.06	0	0	0.024	0
0.293	0.034	1.8	0.11	2.66	-	170	4.49	0.003	0.04	0.02	0	0	0.018	0
Варіант 8. р. Чага – м. Арциз, в межах міста, пост Державної Гідрометслужби ДСУзНС														
0.102	0.049	5.46	0.21	1.04	-	23.2	10.0	0.002	0.01	0.05	0	0	0.006	0
0.109	0.023	0.54	0.13	0.62	-	27.9	4.22	0.003	0.01	0.07	0	0	0.006	0
0.105	0.075	1.8	0.62	3.27	-	12.1	3.58	0.004	0.32	0.04	0	0	0.026	0
0.168	0.013	0.5	0.19	3.77	-	20.5	2.24	0.003	0	0.06	0	0	0.009	0

Таблиця 7.9 – Орієнтовна екологічна оцінка якості води р. Мертвовід – с. Крива Пустош за період 1952 – 2008 рр.			
Показники		найгірші	середні
Класифікація за мінералізацією	клас	II (солонуваті)	II (солонуваті)
	категорія	3 (β-мезогалінні)	3 (β-мезогалінні)
Класифікація за іонним складом	клас	С1	SO <sub>4</sub>
	група	Mg	Ca
	тип	III	III
Сольовий блок	I	7	1
	С1	7	1
	SO <sub>4</sub>	4	1
	I <sub>1</sub>	6	1
Еколого-санітарний блок	ЗР	7	6
	pH	7	2
	NH <sub>4</sub>	7	6
	NO <sub>2</sub>	7	6
	NO <sub>3</sub>	7	5
	P <sub>min</sub>	7	5
	O <sub>2</sub> (мг/дм <sup>3</sup> )	6	1
	O <sub>2</sub> (%)	7	1
	ПО	7	5
	БО	7	3
	БСК <sub>5</sub>	6	4
	I <sub>2</sub>	6,82	4
Блок специфічних речовини токсичної дії	Cu	6	4
	Zn	4	1
	Cr	6	4
	Mn	1	1
	Fe	7	4
	НП	7	4
	Феноли	7	4
	СПАР	7	5
	I <sub>3</sub>	5,63	3,38
Інтегральна оцінка	I <sub>c</sub>	6,15	2,79
	клас	IV (6)	II (3)
	стан	погані	добрі
	чистота	брудні	досить чисті
	Трофність	Політрофні	Мезоевтрофні
	сапробність	α"-мезосапробні	β'-мезосапробні

### 7.3 Контрольні запитання до роботи № 6

1. В чому полягає особливість методики екологічної оцінки якості води за відповідними категоріями порівняно з методами оцінки якості води за показником КІЗ та ІЗВ?
2. Які саме категорії маються на увазі в складі методики екологічної оцінки якості вод?
3. Чому оцінка води за мінералізацією є першим кроком в методиці екологічної оцінки якості вод?
4. Чому під час екологічної оцінки якості вод в блоці показників сольового стану використовуються дві схожі таблиці для прісних та солоних вод окремо?
5. Яким чином встановлюється клас, група і тип вод під час екологічної оцінки якості вод?
6. В екологічній оцінці якості води в межах кожного блоку по кожному з показників розрахунок проводиться по категоріям залежно від концентрації показника – а чи якое це пов'язано з значенням ГДК для цього показника?
7. Яким чином були встановлені межі концентрацій окремих категорій якості для всіх показників, які використовуються під час екологічної оцінки якості води?
8. Чому вміст розчиненого кисню у методиці екологічної оцінки якості води враховується в двох складових – в мг/дм<sup>3</sup> та у % насичення, до того ж у кожному разі кожна категорія виділяється подвійними межами?
9. В методиці екологічної оцінки якості води показник рН води виділяється на кожну з категорій двома різними градаціями вмісту – з чим це пов'язано враховуючи роль показника як індикатора стану водної екосистеми?
10. Чому в методиці екологічної оцінки якості води розрізняють орієнтовну і ґрунтовну оцінки?
11. Як об'єднується екологічна оцінка якості води за кожним показником в межах блоків для розрахунку відповідного блокового індексу?
12. Яким чином розраховується інтегральний екологічний індекс якості води в методиці екологічної оцінки якості вод за категоріями?
13. Яким чином можна визначити клас якості води на основі розрахованого значення екологічного індексу?
14. Чому в методиці екологічної оцінки якості води деякі класи якості мають по дві категорії якості?
15. В чому полягає особливість і комплексність методики екологічної оцінки якості води як характеристики гідро екологічного стану водних об'єктів?



## 8. ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ «АВТОМАТИЗОВАНЕ ОБЧИСЛЕННЯ СТОКУ ВОДИ ТА РОЗЧИНЕНИХ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН В ГІДРОСТВОРАХ РІЧОК»

### 8.1 Загальні положення щодо виконання курсового проекту

Відповідно до «Положення про організацію та контроль самостійної та індивідуальної роботи студентів ОДЕКУ» індивідуальна робота студентів передбачає створення умов для як найповнішої реалізації творчих можливостей студентів через індивідуально-спрямований розвиток їхніх здібностей, науково-дослідну роботу і творчу діяльність. Все це досягається через виконання індивідуальних завдань, які мають на меті поглиблення, узагальнення та закріплення знань, які студенти отримують у процесі навчання, а також застосування цих знань на практиці.

Основною формою індивідуальної роботи по дисципліні «Розрахунки стоку хімічних речовин і якості вод для управління водними ресурсами» є виконання ІЗ окремо кожним студентом.

Для студентів *денної форми* навчання з дисципліни передбачено виконання ІЗ у вигляді курсового проекту (КП).

Метою та завданнями курсового проекту (КП) є:

– закріплення знань про методи обчислення стоку води та розчинених хімічних речовин;

– навчання правилам підготовки початкових даних гідрологічних, метеорологічних та гідрохімічних вимірювань для автоматизованого обчислення щоденних витрат води та розчинених хімічних речовин;

– отримання навичок автоматизованого розрахунку стоку води та розчинених хімічних речовин за допомогою програм на ПЕОМ для їх подальшої публікації у виданнях Державного водного кадастру (ДВК).

Виконання та захист КП проводиться індивідуально, при цьому в тексті курсового проекту необхідно послідовно висловити опис виконаних робіт за **наступним планом:**

Вступ (мета та завдання КП, переваги автоматизованих методів обчислень, основні етапи розрахунку КП).

1 Метод обчислення добових витрат розчинених хімічних речовин за генетично різними видами стоку води.

1.1 Теоретичні основи обґрунтування методу обчислення добових витрат розчинених хімічних речовин за підземною та поверхневою складовими стоку води.

1.2 Алгоритм аналітичного розрахунку добових витрат розчинених хімічних речовин за генетично різними видами стоку води.

2 Вивчення водного та гідрохімічного режимів в створі річки і встановлення дат зміни умов протікання води в руслі.

2.1 Вивчення та аналіз вихідних таблиць щоденних даних гідрологічних та метеорологічних показників для встановлення дат зміни умов протікання води в руслі річки в продовж року.

2.2 Аналіз спостережень за гідрохімічним режимом річки впродовж року для визначення їх відповідності періодам з генетично однорідними видами стоку води, підземному чи поверхневому.

3 Автоматизоване обчислення добового стоку води та розчинених хімічних речовин за допомогою програмної системи (ПС) «ХІМСТОК».

3.1 Опис підкаталогів і файлів ПС «ХІМСТОК» з початковими та розрахунковими даними гідрометеорологічних і гідрохімічних показників.

3.2 Структура та склад ПС «ХІМСТОК» та робочі вікна програми «ХІМСТОК.EXE».

3.3 Автоматизований підрахунок перехідних коефіцієнтів методом сплайн-інтерполяції та формування файлів з додатковими коефіцієнтами і розрахунковими таблицями.

4 Аналіз розрахунку витрат та концентрацій розчинених хімічних речовин.

4.1 Аналіз розподілу виносу хімічних речовин поверхневою та ґрунтовою складовими стоку води за сезонами року.

4.2 Аналіз комплексних графіків.

Висновки (набуті знання, вміння, навички, аналіз результатів розрахунків.

Використана література (перелік використаної літератури).

Додатки (додаток А – таблиці вихідних даних, додаток Б – комплексні графіки, додаток В – розрахункові таблиці).

Після виконання **ЗМ-ІЗ**, студенти мають оволодіти такими вміннями:

- виконувати теоретичне обґрунтування методу обчислення добових витрат хімічних речовин за підземною та поверхневою складовими стоку води;
- здійснювати аналіз водного та гідрохімічного режимів в створі річки і встановлювати дати змін умов протікання води в руслі;
- виконувати автоматизоване обчислення добового стоку води та розчинених хімічних речовин за допомогою ПС «ХІМСТОК»;
- описати підкаталоги і файли ПС «ХІМСТОК» з початковими та розрахунковими даними гідрометеорологічних і гідрохімічних показників;
- описати структуру та склад ПС «ХІМСТОК» та робочі вікна програми «ХІМСТОК.EXE»;
- виконувати автоматизований підрахунок перехідних коефіцієнтів методом сплайн-інтерполяції та формування файлів з додатковими коефіцієнтами і розрахунковими таблицями;
- аналізувати результати розрахунку добових витрат та концентрацій розчинених хімічних речовин (за розрахунковими таблицями та графіками);
- оцінювати розподіл виносу хімічних речовин поверхневою та ґрунтовою складовими стоку води за сезонами року (за розрахунковими таблицями);
- аналізувати комплексні графіки.

КП подається студентами у вигляді друкованого текстового документа з титульною сторінкою встановленого зразку (зразок додається) на аркушах формату А4. Перевірка виконання КП відбувається відповідно до графіка контролюючих заходів, який складається кафедрою гідроекології та водних досліджень до початку навчального семестру.

Підсумкова оцінка виконання модуля курсового проекту складається з двох частин:

- 1) оцінка виконання етапів курсового проекту на протязі семестру;
- 2) оцінка захисту курсового проекту.

На кожную частину припадає відповідна частка балів з таким розрахунком, щоб перша частина становила 60% (від максимальної суми балів за КП), а друга – 40%.

Фактична максимальна сума балів, яку студенти *денної форми* навчання можуть одержати за виконання КП, становить **30 балів** за умови своєчасності виконання завдання на дату запланованого контролюючого заходу з розподілом за частинами. Студенти, які пропустили дату контролюючого заходу без поважних причин або одержали незадовільну оцінку, мають право у термін, встановлений графіком навчального процесу, виконати КП, одержавши при цьому максимальну оцінку в **18 балів**, що еквівалентно якісній оцінці «задовільно».

Загальні поради до виконання КП: після вивчення теоретичного матеріалу, складання теоретичної частини КП, аналізу вихідних даних та підготовки файлів з таблицями вихідних даних, здійснюються розрахунки стоку води та розчинених хімічних речовин, що можуть виконуватися самостійно або на консультаціях з викладачем.

Виконання КП включає наступні види самостійної роботи:

1. Знайомство з планом виконання КП.
2. Вивчення методики автоматизованого підрахунку виносу розчинених хімічних речовин через гідроствори річок за підземною та поверхневою складовими стоку води.
3. Оформлення теоретичної частини КП за вказаним планом.
4. Знайомство з вихідними даними для виконання КП.
5. Аналіз таблиць з вихідними даними для обчислення стоку води та розчинених речовин.
6. Підготовка файлів з таблицями вихідних даних на ПЕОМ, з використанням для цього будь-якого текстового редактора, та копіювання їх на технічні носії для обчислень КП на консультаціях з викладачем.
7. Чорновий роздрук таблиць з вихідними даними для звірки з оригіналами та виправлення помилок занесення даних на технічні носії.

Далі здійснюються розрахунки стоку води та розчинених речовин з використанням комп'ютера за допомогою програмної системи (ПС) "ХІМСТОК", яка розроблена на кафедрі гідроекології та водних досліджень

ОДЕКУ. В результаті розрахунку з використанням ПС «ХІМСТОК» одержують значення щоденних витрат розчинених речовин та їх стік за рік. Ці таблиці прикладають до КП.

В текстовій частині КП при аналізі вихідних даних треба вивчити та описати зміну водного режиму річки та метеорологічних показників (середньодобової температури та добових сум опадів) протягом заданого року, щоб встановити дати зміни умов протікання води в руслі та виявити яким періодам стоку води відповідають дати відбору проб на аналіз хімічного складу води. Також в тексті КП треба викласти основні методики розрахунків та алгоритм обчислень ПС «ХІМСТОК».

Захист КП проводиться індивідуально.

Вибір варіанта КП: варіанти вихідних даних до виконання курсового проекту студент отримує від викладача.

## **8.2 Метод обчислення добових витрат розчинених хімічних речовин за генетично різними видами стоку води**

У ПС «ХІМСТОК» для обчислення щоденних витрат хімічних речовин в гідростворах річок використовувалися найбільш доцільні алгоритми підрахунків стоку хімічних речовин, придатні для використання на діючій мережі гідростворів на річках України.

Застосування ПОЕМ для побудови графічних і табличних матеріалів на багато порядків зменшує трудомісткість проміжних і кінцевих результатів розрахунків, а висока точність ПЕОМ повністю позбавляє від необхідності багаторазових «ручних» перевірок, збільшуючи якість вихідних матеріалів. Застосування запропонованої системи дозволяє фахівцеві-гідроекологу: 1) більш ефективно використовувати свої професійні навички аналізу особливостей гідрохімічних умов на річках для більш точного встановлення та врахування критичних періодів гідрохімічного режиму річки, 2) оперативно оцінювати різні варіанти математичного опису гідрохімічних процесів.

Нижче послідовно викладається реалізація розрахунків ПС «ХІМСТОК» для автоматизованого обчислення добового стоку води та хімічних речовин на гідрологічних постах за наступними етапами:

– підготовка річних комплектів початкових даних для обчислення середньодобових витрат води, концентрацій та стоку хімічних речовин через необхідний гідроствор, для аналізу гідрохімічних та гідрометеорологічних умов на ділянці створу;

– аналіз комплексного графіка гідрометеорологічних і гідрохімічних явищ спільно з перехідними коефіцієнтами і підбір оптимального коефіцієнта згладжування для отримання хронологічного графіка перехідних коефіцієнтів методом кубічної сплайн-інтерполяції для різних етапів обчислення;

– розрахунки річних таблиць середньодобових витрат води та стоку розчинених речовин і концентрацій показників хімічного складу води для

підземного та поверхневого видів стоку води методом сплайн-інтерполяції перехідних коефіцієнтів;

– аналіз розрахункових величин витрат та стоку води і заданих хімічних речовин та їхніх добових концентрації, представлених у вигляді таблиць за формою ТГ-2.

Обчислювальна ПС «ХІМСТОК» надає можливість аналізу комплексних графіків гідрохімічних і гідрометеорологічних явищ, які зображуються на екрані ПЕОМ, та їхнього роздрукування за допомогою принтера на папері.

Готові таблиці обчисленого середньодобового стоку води та хімічних речовин заносяться у текстові файли та готові для друку в формі, необхідній для публікації у виданнях Державного водного кадастру.

Перед початком розрахунків слід визначити особливості формування хімічного складу підземних вод, які є джерелом живлення для річок в періоди відсутності поверхневого притоку.

Підземні води мають найтісніший контакт з найрізноманітнішими породами і мінералами земної кори, що полегшує перехід різних елементів і їх сполук в розчин. У водоносних горизонтах, що залягають знизу, зв'язок з атмосферою мало помітний. Проте ґрунтова волога і верхні водоносні шари більш-менш доступні дощовим опадам, що фільтруються з поверхні. Тому їх зв'язок з атмосферою має дуже сильний вплив на формування складу підземних вод – з поверхні Землі в підземні води надходять атмосферні опади.

При вивченні гідрохімічних особливостей підземних вод доцільно дотримуватися їх розподілу за вертикальними зонами, оскільки близькість до атмосфери і поверхневих вод, умови фільтрації і промивання мають величезне значення для формування хімічного складу підземних вод. З усіх видів, на які поділяються підземні води за глибиною їх залягання, основне значення мають води зони активного водообміну (верхня зона).

Хімічний склад вод поверхневого походження, на відміну від підземних, формується під впливом інших чинників – хімічного складу атмосферних опадів, інтенсивності ерозії схилу, наявності на поверхні ґрунтів пилових частинок, що містять легко розчинні солі. Останні чинники залежать від тривалості періоду відсутності дощів і вологості ґрунтів. В таких умовах на початку паводкового періоду із збільшенням витрат води концентрація розчинених в ній речовин зростає, проте для подальших паводків в цьому періоді концентрація розчину зменшується в зв'язку зі зменшенням запасу солей на поверхні ґрунту.

Таким чином, у зв'язку з неоднорідністю процесів формування хімічного складу поверхневого і підземного стоку його динаміку в часі доцільно вивчати роздільно для цих видів живлення. Заздалегідь необхідно розчленувати гідрографи водного стоку на поверхневу і підземну складову.

Для визначення витрат необхідної хімічної речовини, розчиненої водами підземної складової загального стоку, необхідно з відібраних за рік проб виділити ті, які взяті в період формування стоку тільки за рахунок

підземного живлення. Результати аналізів цих проб характеризують концентрацію розчину заданої речовини в підземному стоці на дати відбору проб.

Далі вивчається динаміка змін концентрацій заданої хімічної речовини в підземному стоці протягом року і методом сплайн-інтерполяції встановлюються значення концентрацій речовини на проміжні дати між вимірюваннями.

Слід зазначити, що при обчисленні інтерполяційної кривої концентрацій речовини необхідно використовувати комплексний графік внутрішньорічної зміни стоку води та метеорологічних показників (температури повітря і опадів). Саме ці характеристики визначають переважаючий тип водного живлення річки. Наприклад, за наявності негативних температур повітря зимою, впродовж довгого періоду, живлення повністю має підземне походження, а весною, після переходу температур повітря через 0 °С, можливе надходження талих поверхневих вод зі схилів водозборів в русла річок. Окрім цього, аналіз комплексного графіка дозволяє в окремих випадках встановити нез'ясовані сплески концентрацій речовин, джерелами яких можуть бути залпові скидання неочищених комунальних або промислових вод в річку вище від створів спостережень за хімічним складом води.

Внесок у загальну витрату розчинених речовин ( $R_3$ ) від різних видів стоку – поверхневого ( $R_n$ ) і ґрунтового (підземного) ( $R_r$ ), ув'язується наступним балансовим співвідношенням:

$$R_3 = R_n + R_r. \quad (8.1)$$

Надалі ці генетично різні види стоку розчинених речовин і загальний стік обчислюються окремо. Для цього, за даними розчленування гідрографів щоденних витрат води, виділяється поверхнева і ґрунтова складові водного стоку ( $Q_n$  і  $Q_r$ ). Значення вимірної концентрації для точок з явно вираженим ґрунтовим стоком приймаються рівними концентрації хімічної речовини в ґрунтовому стоці.

За вимірними значеннями витрат води і концентрацій заданої хімічної речовини визначаються їх середні значення  $Q_{r,сep}$  і  $C_{r,сep}$ :

$$Q_{r,сep} = (\sum Q_{r,i})/n, \quad (8.2)$$

$$C_{r,сep} = (\sum C_{r,i})/n,$$

де  $n$  – кількість вимірювань.

Далі для кожної відібраної проби обчислюються модульні коефіцієнти ( $K_{Q_{r,i}}$  та  $K_{C_{r,i}}$ ):

$$K_{Q_{r,i}} = Q_{r,i}/Q_{r,сep}, \quad (8.3)$$

$$K_{Cr,i} = C_{r,i} / C_{r,сep}.$$

На хронологічних графіках  $K_{Qr,i}$  та  $K_{Cr,i}$ , що висвічуються на екрані ПЕОМ, проводиться лінія згладжуючого кубічного сплайна, за допомогою якої інтерполюються коефіцієнти  $K_{Qr,j}$  та  $K_{Cr,j}$  на кожну  $j$ -ту добу року.

Добові значення концентрації хімічної речовини в підземному стоці води ( $C_{r,j}$ ) обчислюються так:

$$C_{r,j} = K_{Cr,j} \cdot C_{r,сep}. \quad (8.4)$$

Щоденні витрати підземного стоку води ( $Q_{r,j}$ ) обчислюють аналогічно:

$$Q_{r,j} = K_{Qr,j} \cdot Q_{r,сep}. \quad (8.5)$$

Щоденні витрати винесення підземним стоком розчинених хімічних речовин ( $R_{r,j}$ ) обчислюються за рівнянням:

$$R_{r,j} = C_{r,j} \cdot Q_{r,j} = K_{Cr,j} \cdot K_{Qr,j} \cdot C_{r,сep} \cdot Q_{r,сep}. \quad (8.6)$$

Взявши для поверхневого стоку

$$R_{n,i} = R_{з,i} - R_{r,i}, \quad (8.7)$$

а

$$R_{n,i} = C_{n,i} \cdot Q_{n,i}, \quad (8.8)$$

одержимо:

$$C_{n,i} = R_{n,i} / Q_{n,i} = (R_{з,i} - R_{r,i}) / Q_{n,i}. \quad (8.9)$$

Модульні коефіцієнти для концентрацій заданої речовини в поверхневому стоці розраховуються за рівнянням:

$$K_{Cn,i} = C_{n,i} / C_{n,сep}. \quad (8.10)$$

Вони використовуються при інтерполяції добових значень  $K_{Cn,j}$ .

Добові значення концентрації хімічної речовини в поверхневому стоці обчислюються як:

$$C_{n,j} = K_{Cn,j} \cdot C_{n,сep}, \quad (8.11)$$

де  $K_{Cn,j}$  – обчислюються за методом сплайн-інтерполяції.

Отже, щоденна витрата винесення речовин поверхневим стоком обчислюється за рівнянням:

$$R_{n,j} = C_{n,j} \cdot Q_{n,j} = K_{Cn,j} \cdot C_{n,сep} \cdot (Q_{з,j} - Q_{r,j}). \quad (8.12)$$

Таким чином, щоденна витрата винесення розчинених хімічних речовин загальним водним стоком річки розраховується за рівнянням:

$$R_{з,j} = R_{n,j} + R_{r,j}. \quad (8.13)$$

Детальний опис рівняння лінії кубічного сплайна, що використовується для інтерполяції перехідних коефіцієнтів, наведено в спеціалізованій літературі та конспекті лекцій з цієї дисципліни.

### 8.3 Вивчення водного та гідрохімічного режимів в створі річки і встановлення дат зміни умов протікання води в руслі

*Увага! В даному розділі КП треба проаналізувати вхідні дані, які використовуються для розрахунків (щоденні витрати води, температури, опади, мінералізація) і вкладаються в додаток А курсового проекту. Нижче подається зразок-форма, куди фактично треба лише додати «власні» цифри з вхідних таблиць.*

#### Вивчення та аналіз вихідних таблиць щоденних даних гідрологічних та метеорологічних показників для встановлення дат зміни умов протікання води в руслі річки впродовж року

Для встановлення дат зміни умов протікання води в руслі річки впродовж року необхідно врахувати дані гідрологічних (витрати води – таблиця А.2, додаток А) та метеорологічних показників (кількість опадів – таблиця А.3, додаток А та температура повітря – таблиця А.4, додаток А).

Мінімальне значення витрат води впродовж \_\_\_ року спостерігалось \_\_\_\_. Це значення сягало \_\_\_ м<sup>3</sup>/с при температурі повітря \_\_\_ °С та сумі опадів \_\_\_ мм.

Максимальне значення витрат води впродовж досліджуваного року становило \_\_\_ м<sup>3</sup>/с та припадала на дату \_\_\_\_. Температура повітря на цю дату дорівнювала \_\_\_ °С, кількість опадів, що випала, становила \_\_\_ мм.

Середньорічне значення витрат води в створі водпоста \_\_\_ на річці \_\_\_ становило \_\_\_ м<sup>3</sup>/с.

У період з \_\_\_ по \_\_\_ спостерігалася зимова межень, при цьому значення витрат коливалися в межах \_\_\_ - \_\_\_ м<sup>3</sup>/с. У цей період температура повітря змінювалася від \_\_\_ °С до \_\_\_ °С. Сумарна кількість опадів за період зимової межені становила \_\_\_ мм. Зимова межень переривалася (або не переривалася) дощовими паводками під час відлиги. Найзначніший дощовий паводок спостерігався \_\_\_ та досягав \_\_\_ м<sup>3</sup>/с.

В \_\_\_ році весняне водопілля спостерігалось у період з \_\_\_ по \_\_\_\_, щоденні витрати змінювалися від \_\_\_ м<sup>3</sup>/с до \_\_\_ м<sup>3</sup>/с відповідно, величини температур повітря коливалися в межах від \_\_\_ °С до \_\_\_ °С. За цей період



максимальна кількість опадів становила \_\_\_ мм. Стійкий перехід температур повітря через 0°C та танення снігу (льодових явищ) спричинило весняне водопілля, що тривало \_\_\_ днів.

З \_\_\_ по \_\_\_ відзначалася літньо-осіння межень з незначними коливаннями витрат води близько \_\_\_ м<sup>3</sup>/с. Літньо-осіння межень переривалася (або не переривалася) дощовими паводками. Найзначніший дощовий паводок при витраті води, що досягала \_\_\_ м<sup>3</sup>/с, спостерігався \_\_\_ при сумарній кількості опадів \_\_\_ мм.

Аналіз спостережень за гідрохімічним режимом річки впродовж року для визначення їх відповідності періодам з генетично однорідними видами стоку води, підземному чи поверхневому

Аналіз спостережень за гідрохімічним режимом річки \_\_\_ в створі водпоста \_\_\_ виконувався на основі даних про хімічний склад річкових вод на прикладі показника \_\_\_, концентрації якого були виміряні у \_\_\_ році (таблиця А.1, додаток А).

Впродовж досліджуваного календарного року було виконано \_\_\_ вимірювань концентрацій гідрохімічного показника та відповідних витрат води. Під час зимової межені було виконано \_\_\_ аналізи хімічного складу води, впродовж літньо-осінньої межені – \_\_\_ (з них, на період дощових паводків припадало \_\_\_ аналізів), під час весняного водопілля було проаналізовано \_\_\_ проб вод (з них, \_\_\_ – на підйомі, \_\_\_ – на піку, \_\_\_ – на спаді).

Максимальне значення \_\_\_ становило \_\_\_ мг/дм<sup>3</sup> та було відзначено \_\_\_ при мінімальних значеннях виміряних витрат води \_\_\_ м<sup>3</sup>/с у період \_\_\_ межені. Це означає, що накопичення розчинених хімічних речовин в річці відбувається за рахунок ґрунтових вод, які живлять річку у цей період.

Мінімальне значення \_\_\_ припадало на \_\_\_ та становило \_\_\_ мг/дм<sup>3</sup>. Цей період характеризується живленням річки за рахунок \_\_\_ вод, що відповідає періоду \_\_\_ впродовж якого вміст хімічних компонентів, як правило, зменшується в результаті процесів розведення менш мінералізованими поверхневими водами.

#### **8.4 Автоматизоване обчислення добового стоку води та розчинених хімічних речовин за допомогою програмної системи ПС «ХІМСТОК»**

Обчислювальна ПС «ХІМСТОК» допомагає керувати процесом автоматизованого підрахунку добових витрат води та хімічних речовин через гідроствор річки за річний період спостережень.

Нижче наводяться короткі вказівки для використання цієї програми. При цьому викладаються основні практичні рекомендації, а конкретні вказівки оператору з окремих питань висвічуються програмою на екрані монітора при виконанні розрахунків.

Файли з початковими даними гідрометеорологічних та гідрохімічних

спостережень і результатами розрахунків для кожного гідроствора повинні бути зосереджені в робочому підкаталозі з ім'ям RXXXYYNN. У назві підкаталогу буква «R» – ідентифікує початок його імені, XXX – номер гідроствора згідно списку Державної гідрометеорологічної служби України; YY – номер річки, згідно вище вказаного списку; NN – останні дві цифри року, для якого ведеться підрахунок стоку.

Наприклад, підкаталог R5478903 створено для гідроствора з номером 547, на річці з номером 89 в списку, за даними 2003 року.

Для кожного поста в цей підкаталог вміщуються 7 файлів початкових даних і папка «TABL» для 9 файлів обчислених даних. В імені кожного з 7 файлів початкових даних містяться однакові елементи «XXXYYNN», для уникнення можливості підміни файлів різних створів і років. В курсовому проєкті код XXXYY замінюють частиною назви річки і гідроствору. Ім'я кожного файлу починається відмітною першою буквою. Список цих файлів даних для розрахункового року наведено в табл. 8.1.

Таблиця 8.1 – Список файлів робочого підкаталогу RXXXYYNN

Файли	Опис файлів
QXXXYYNN.DAT	ВВВ, м <sup>3</sup> /с, та концентрації хімічних речовин, г/м <sup>3</sup>
AXXXYYNN.DAT	Щоденні витрати води, м <sup>3</sup> /с
PXXXYYNN.DAT	Добові суми опадів, мм
SXXXYYNN.DAT	Середньодобові температури повітря, С°
LXXXYYNN.DAT	Додаткові коефіцієнти для розрахунку підземного стоку води
MXXXYYNN.DAT	Додаткові коефіцієнти для розрахунку підземного стоку розчинених хімічних речовин
NXXXYYNN.DAT	Додаткові коефіцієнти для розрахунку поверхневого стоку хімічних речовин

Файли обчислених даних папки «TABL» наведено нижче в табл. 8.2.

З перелічених в табл. 2.1 файлів частина є вихідними. Вони містять числові значення, які використовуються для обчислення добових концентрацій та витрат необхідної хімічної речовини. Нижче наведено пояснення до цих файлів.

Таблиця 8.2 – Файли обчислених даних папки TABL

Файли	Опис файлів
Tg_q.dat	Добові витрати загального стоку води, м <sup>3</sup> /с
Tg_qp.dat	Добові витрати поверхневого стоку води, м <sup>3</sup> /с
Tg_qs.dat	Добові витрати підземного стоку води, м <sup>3</sup> /с
Tg_co.dat	Добові концентрації речовини в загальному стоці води, г/м <sup>3</sup>
Tg_cp.dat	Добові концентрації речовини в поверхневому стоці води, г/м <sup>3</sup>
Tg_cs.dat	Добові концентрації речовини в підземному стоці води, г/м <sup>3</sup>
Tg_r.dat	Добові витрати речовини в загальному стоці води, г/с
Tg_rp.dat	Добові витрати речовини в поверхневому стоці води, г/с
Tg_rs.dat	Добові витрати речовини в підземному стоці води, г/с

Файл QXXXYYNN.DAT – таблиця виміряних (або добових) витрат води, м<sup>3</sup>/с, та відповідних ним виміряних концентрацій заданої хімічної речовини, г/м<sup>3</sup>, розрахункового року. В останньому стовпці «Прим.» (примітка) цієї таблиці заносяться позначення «rov» або «gr», що вказують на використання даного виміру концентрації для обчислення при поверхневому чи підземному стоці води відповідно. Ця таблиця, як і всі інші таблиці з вихідними та розрахунковими даними, у трьох перших текстових рядках містить такі дані:

- 1 рядок – назва таблиці (вид спостережень),
- 2 рядок – назва річки, пункту і року спостережень,
- 3 рядок – позначення стовпців таблиці (місяці, дні та інше).

Ці три рядки не використовуються програмою, а в розрахунок беруться тільки наступні рядки таблиці з цифровою та символною інформацією для кожного виміру.

Файл AXXXYYNN.DAT – річна таблиця середньодобових витрат води, м<sup>3</sup>/с.

Файл RXXXYYNN.DAT – річна таблиця добових сум опадів, мм, по характерному для водозбірному басейну метеорологічному посту.

Файл SXXXYYNN.DAT – річна таблиця середньодобових температур повітря, С°, по характерному метеорологічному посту.

Файли LXXXYYNN.DAT, MXXXYYNN.DAT та NXXXYYNN.DAT – служать для розміщення в них проміжних даних про додаткові перехідні коефіцієнти для різних видів стоку. Ці файли включають в себе дати і значення додаткових перехідних коефіцієнтів, що вводяться з клавіатури в час розрахунків на ПЕОМ для уточнення інтерполяційного графіка в періоди з недостатнім числом вимірювань, а також на граничні дати 01.01 і 31.12, коли концентрації хімічних речовин найчастіше не вимірюються.

Основними вимогами при складанні робочих файлів-таблиць

підкаталогу «RXXXYYNN» є наступні:

– число заголовних рядків файлу в символічних виразах не повинно перевищувати три;

– між окремими числами в рядку може бути один або декілька пропусків, однак всередині стовпця, між цифрами або символами, пропуски недопустимі;

– на місці відсутніх в календарі днів (29, 30, 31 числа певних місяців) проставляється пропуск, шляхом натискання клавіші «Пробіл», а при відсутності опадів (в файлі «RXXXYYNN.DAT») ставиться знак мінус «-»;

– цифрова частина таблиць повинна бути ретельно вивірена по чорновому роздруку з оригіналом.

Числові і символічні дані файлів підкаталогу «R...» потрібно ретельно звірити з оригіналом і виправити помилки занесення даних на технічний носій, використовуючи при цьому будь-який текстовий редактор.

До складу ПС «ХІМСТОК» входять:

– робочий підкаталог RXXXYYNN (з 7 файлами початкових даних і папкою TABL для 9 файлів обчислених даних);

– файл INITDATA.DAT;

– сама програма для розрахунку ХІМСТОК.EXE;

– допоміжні файли для підтримки роботи програми з різним обладнанням ПЕОМ і в різних операційних системах.

Основні рекомендації щодо підготовки масивів даних підкаталогу RXXXYYNN та опис файлів з вихідними та розрахунковими таблицями наведено вище в розділі 2.8.4 цих методичних вказівок.

ПС «ХІМСТОК» вводиться в дію програмою ХІМСТОК.EXE, яка розміщується в одному каталозі з підкаталогом RXXXYYNN. Тут же повинен розташовуватися файл INITDATA.DAT, який містить такі дані: назва річки, пункту спостережень, рік, ім'я робочого підкаталогу та назва (позначення) заданої хімічної речовини. Структуру та опис файлу INITDATA.DAT, з конкретним прикладом, наведено в табл. 8.3.

Таблиця 8.3 – Опис та приклад заповнення файлу INITDATA.DAT

Структура файла	Приклад
Назва річки:	р.Салгір
Пункт спостереження:	с.Дворіччя
Рік:	2009
Ім'я підкаталогу:	RSalDv09
Позначення хімічної речовини:	K(+)

Після введення в дію ПС «ХІМСТОК», шляхом запуску програми ХІМСТОК.EXE, на екрані монітору висвічується головне меню програми з 3-ма вікнами першого рівня: «ГМФонд», «Розрахунок» та «Аналіз», при активізації яких (кожного окремо) висвічуються вікна другого рівня:

«Гідроствор», «Сплайном» та «Комплексний графік», відповідно (рис. 8.1).

Вікно «Гідроствор» другого рівня вікна «ГМФонд» має таку ж будову, як і файл INITDATA.DAT, опис якого приведено в табл. 8.3.

*Головне меню ПС «ХІМСТОК»*



Рис. 8.1 – Схема робочих вікон ПС «ХІМСТОК»

З вікна «Розрахунок» виконується управління обчисленням щоденних витрат води та обраної хімічної речовини, а також її концентрацій, за вимірними даними на кожен день для різних видів стоку методом сплайн-інтерполяції (вікно другого рівня «Сплайном»).

Вікно «Аналіз» містить вікно 2-го рівня «Комплексний графік», з якого надсилається команда для побудови комплексного графіка гідрометеорологічних та гідрохімічних спостережень для аналізу якості результатів розрахунку щоденних витрат хімічної речовини.

Нижче наведено короткі вказівки по виконанню розрахунків ПС «ХІМСТОК». Конкретні рекомендації по управлінню розрахунками за допомогою програми «ХІМСТОК.EXE» висвічуються на екрані монітора.

Спочатку в файлі QXXXYYNN.DAT в останній колонці «Прим.» (примітка) для всіх вимірювань проставляють «gt» та закривають цей файл.

Далі, після активізації вікна другого рівня «Сплайном», головного меню «Розрахунок», на екрані монітора висвічується питання «Обчислювати витрати  $Q_s$  підземного стоку води? (у/н)», на яке треба відповісти латинською буквою «у». Після цього на екрані з'явиться скорочений комплексний графік річного ходу щоденних гідрометеорологічних та вимірних гідрохімічних елементів, а саме: середньодобові температури повітря, добові суми опадів, щоденні витрати води та у нижній частині графіка (нанесені в хронологічному порядку) перехідні коефіцієнти для підземного стоку води (в даному випадку для всіх вимірювань). Ці коефіцієнти зображені значками «x», що розташовані згідно масштабних шкал, які виведені з обох сторін графіка. Головна задача цього графіка – допомогти провести об'єктивний аналіз розташування точок перехідних коефіцієнтів протягом всього року та відібрати точки вимірювань при підземному стоці води. Тобто, потрібно проаналізувати відповідність розміщення точок перехідних коефіцієнтів різним періодам ходу гідрометеорологічних елементів, а саме різним видам

стоку води.

Для врахування уточнень щодо видів стоку води потрібно внести зміни у файл вихідних даних QXXXYYNN.DAT. Для цього треба перервати подальшу роботу програми ХІМСТОК.EXE шляхом послідовного натискання на клавіатурі клавіші «Esc» та далі дворазовим одночасним натисканням клавіш «Ctrl» і «C» (латинської) або триразовим одночасним натисканням клавіш «Ctrl» і «C», після чого всі вікна програми ХІМСТОК.EXE будуть закриті, а сама програма буде виключена. Далі в таблиці файла QXXXYYNN.DAT, в колонці «Прим.» (примітка) для вимірювань в період підземного стоку води залишають позначення «gg», а для вимірювань, що відносяться до поверхневого виду стоку, проставляють позначення «rov», після чого розрахунок починають знову.

По закінченню аналізу скороченого комплексного графіка для визначення витрат підземного стоку води оператор повинен встановити значення перехідного коефіцієнта  $K_{t,i}$  для дат «1 січня» та «31 грудня» поточного року, якщо в ці дати не було вимірювань концентрацій. Значення цих коефіцієнтів відновлюються «вручну» (або «на око») за аналогічним графіком в кінці попереднього року і на початку поточного року (для 1 січня) та в кінці поточного року і на початку наступного року (для 31 грудня) шляхом інтерполяції. Якщо дані (графіки) попереднього та наступного років відсутні, то значення потрібних коефіцієнтів на 1 січня та 31 грудня поточного (розрахункового) року відновлюються «вручну» (або «на око») шляхом їх екстраполяції.

Для того, щоб всі «нові» значення перехідних коефіцієнтів були введені в розрахунок, потрібно натиснути клавішу «Esc» і на питання «Будете вводити додаткові коефіцієнти? (y/n)» відповісти «у», натиснувши клавішу з латинською літерою «у». Після цього треба ввести необхідні (підготовлені на попередньому етапі аналізу графіка перехідних коефіцієнтів) дати і значення коефіцієнтів за формою та у послідовності, що буде пропонувати програма. Після введення останнього додаткового коефіцієнту, на питання «Будете вводити додаткові коефіцієнти? (y/n)» треба відповісти «n», натиснувши клавішу з латинською літерою «n».

Далі програма попросить ввести значення вагового коефіцієнта (коефіцієнта згладжування PP) для проведення по потоку точок перехідних коефіцієнтів (в тому числі і додаткових) суцільної нерозривної кривої лінії (лінії кубічного згладжуючого сплайну). Рекомендується спочатку вводити значення  $PP = 0,01$ . Після введення значення вагового коефіцієнта та натиснення клавіші «Enter» на екрані монітора з'явиться комплексний графік з вже проведеною по точках перехідних коефіцієнтів інтерполяційною сплайн-кривою, яку оператор повинен оцінити.

Основні критерії цієї оцінки такі:

- по-перше, інтерполяційна крива в інтервалі між сусідніми (суміжними) точками не повинна помітно перевищувати ординати лівої і правої точок;
- по-друге, крива може пройти між точками, якщо ті без відомих

причин змінюються вище меж допустимого відхилення (наприклад, через похибки вимірювання витрат води);

– по-третє, при невеликих значеннях коефіцієнтів (близьких до 0) не допускається зниження інтерполяційної кривої в область негативних значень.

Для дотримання перерахованих вище критеріїв потрібно:

1) для уникнення зайвої динаміки (пульсації) сплайн-функції треба зменшити ваговий коефіцієнт PP;

2) при наявності невеликої кількості вимірювань (нечастих вимірюваннях), або коли інтерполяційна крива знизилась в область негативних значень, однією з найважливіших умов правильного управління формою сплайн-кривої є уміння задати їй додаткові «фіктивні» точки (коефіцієнти), що примушують криву на ділянках, де не витримані критерії, пройти так, як це вимагає критерій стиковки з сусідніми (суміжними) точками та у відповідності з графіком вимірювань гідрометеорологічних елементів в ці періоди.

Якщо всі критерії стосовно інтерполяційної сплайн-кривої витримані, то цей етап розрахунку вважається виконаним. Для переходу до наступного етапу обчислень треба натиснути клавішу «Esc» або «Enter», після чого програма закриє вікно з комплексним графіком та запитає «Будете змінювати ваговий коефіцієнт PP? (y/n)», на що треба відповісти натиснувши клавішу з літерою «n», тобто «ні», далі програма запитає «Будете вводити додаткові коефіцієнти? (y/n)», на що потрібно також натиснути «n», після цього на екрані монітора з'явиться питання «Зберегти додаткові коефіцієнти? (y/n)», на яке треба відповісти «y», тобто «так».

Далі програма автоматично (без втручання оператора) зберігає додаткові перехідні коефіцієнти для розрахунку підземного стоку води (введені на попередніх етапах «вручну») в файл LXXXYYNN.DAT, та запитує «Зберегти файл Tg\_Qs в папці Tab1? (y/n)», на що треба відповісти натиснувши латинську літеру «y», тобто «так», після чого програма автоматично формує та зберігає в папці «Tab1» підкаталога «RXXXYYNN» файл «Tg\_qs.dat» з середніми добовими, декадними, місячними та річними витратами підземного стоку води, за формою ТГ-2. Далі програма запитує «Обчислювати витрати  $R_s$  у підземному стоці води? (y/n)», на що потрібно відповісти «y», тобто «так», і за алгоритмом викладеними вище виконати розрахунок середньодобових витрат заданої хімічної речовини для підземного ( $R_r$ ) та поверхневого ( $R_n$ ) видів стоку води.

Після вказаних вище розрахунків та позитивних відповідях («y») на питання програми стосовно збереження результатів обчислень ПС «ХІМСТОК» формує файли з розрахунковими таблицями даних, за формою ТГ-2, у папці «Tab1» підкаталога «RXXXYYNN», перелік яких наведено вище за текстом.

По закінченню всіх розрахунків переходять до оцінки отриманих результатів на базі аналізу комплексного графіка. Він висвічується шляхом активізації вікна першого рівня «Аналіз» і далі його другого вікна «Комплексний графік». При аналізі цього графіка особлива увага

приділяється відповідності коливань обчислених витрат розчинної хімічної речовини, що аналізується, середньодобовим витратам води та іншим гідрометеорологічним елементам в періоди відсутності вимірювань хімічного складу води.

Внаслідок проведеного аналізу оператор вирішує, чи прийняти розрахунки як оптимальні. Своє рішення він документує графіками і таблицями, які друкуються за допомогою принтера на аркушах паперу формату А-4 для захисту виконаних розрахунків.

## **8.5 Аналіз розрахунку витрат води, концентрацій та витрат розчинених хімічних речовин**

*Увага! В даному розділі КП треба проаналізувати отримані після розрахунків дані (9 таблиць TG – по три стосовно щоденних витрат води, витрат іонного стоку і концентрацій мінералізації у трьох генетичних складових – поверхневою, підземною і загальному стоці) і отриманий комплексний графік стоку води і розчинених речовин, які вкладаються в додаток Б (таблиці) і В (графік) курсового проекту. Нижче подається зразок-форма, куди фактично треба лише додати «власні» цифри з таблиць і по графіку.*

### Аналіз розподілу виносу хімічних речовин поверхневою та ґрунтовою складовими стоку води за сезонами року

Для аналізу розподілу виносу хімічних речовин поверхневою та ґрунтовою складовими стоку води використовуються розрахункові таблиці Б.1-Б.9, додаток Б, що містять відомості про щоденні витрати води, щоденні значення концентрацій та витрат розчину \_\_\_ в загальному, поверхневою та ґрунтовому стоці.

Детальний аналіз таблиці Б.1, що містить інформацію про щоденні витрати води, був виконаний вище у п. 2.1. Відомо, що найбільше значення за рік спостерігалось \_\_\_ та становило \_\_\_ м<sup>3</sup>/с, а середньорічне значення – \_\_\_ м<sup>3</sup>/с.

Середньорічне значення витрат поверхневого стоку (таблиця Б.2) становило \_\_\_ м<sup>3</sup>/с, найбільше значення за рік – \_\_\_ м<sup>3</sup>/с спостерігалось \_\_\_\_. Середньорічне значення витрат підземного стоку (таблиця Б.3) становило \_\_\_ м<sup>3</sup>/с, найбільше значення за рік – \_\_\_ м<sup>3</sup>/с спостерігалось \_\_\_\_. Витрати води поверхневого стоку значно більші (менші), ніж витрати підземного стоку. Це означає, що винесення розчинених хімічних речовин відбувається за рахунок поверхневого (підземного) стоку, особливо у \_\_\_ період. Як правило, добові витрати води дещо зростають у зимовий період за рахунок живлення річки підземним стоком, а у літній період зменшуються, що пояснюється підвищенням температури, випаровуванням, збільшенням забору води.

Аналіз таблиці Б.4 показав, що загальна концентрація варіювала в діапазоні від \_\_\_ г/м<sup>3</sup> (\_\_\_) до \_\_\_ г/м<sup>3</sup> (\_\_\_). Середнє значення за рік



становило \_\_\_ г/м<sup>3</sup>. Концентрації зростають (зменшуються) на початку \_\_\_, майже не змінюються \_\_\_, наприкінці року \_\_\_.

Середньорічне значення концентрацій в поверхневому стоці (таблиця Б.5) становило \_\_\_ г/м<sup>3</sup>, найбільше значення за рік – \_\_\_ г/м<sup>3</sup> спостерігалось \_\_\_. Найбільші значення концентрацій в поверхневому стоці спостерігалися в \_\_\_ декаді і становили \_\_\_ г/м<sup>3</sup>, мінімальні (\_\_\_ г/м<sup>3</sup>) – у \_\_\_ декаді. В цілому концентрації в поверхневому стоці зростають (зменшуються) в \_\_\_ декаді, майже не змінюються \_\_\_ декаді, наприкінці року \_\_\_.

Середньорічне значення концентрацій в підземному стоці (таблиця Б.6) становило \_\_\_ г/м<sup>3</sup>, найбільше значення за рік – \_\_\_ м<sup>3</sup>/с спостерігалось \_\_\_. Найбільші значення концентрацій в підземному стоці спостерігалися в \_\_\_ декаді і становили \_\_\_ г/м<sup>3</sup>, мінімальні (\_\_\_ г/м<sup>3</sup>) – у \_\_\_ декаді. Нульові значення концентрацій в поверхневому стоці, що спостерігалися впродовж \_\_\_, пояснюються відсутністю витрат поверхневого стоку. В цілому концентрації в підземному стоці зростають (зменшуються) в \_\_\_ декаді, майже не змінюються \_\_\_ декаді, наприкінці року \_\_\_.

Добові значення концентрацій у підземному стоці значно вищі, ніж у поверхневому. Можна стверджувати, що зі зменшенням витрат води та за рахунок переважання підземної складової живлення відбувається збільшення концентрацій хімічних речовин у річковому стоці.

Аналіз таблиці Б.7 показав, що витрати розчину \_\_\_ в загальному стоці коливалися в межах від \_\_\_ г/с (\_\_\_) до \_\_\_ г/с (\_\_\_). Середнє значення витрати розчину за рік становило \_\_\_ г/с. Ці значення є прямо пропорційними добовим витратам води та обернено-пропорційними добовим значенням загальної концентрації розчинених хімічних речовин в стоці.

Середньорічне значення витрат розчину в поверхневому стоці (таблиця Б.8) становило \_\_\_ г/с, максимальне значення припадало на \_\_\_ і становило \_\_\_ г/с. Найбільші значення витрат розчину в поверхневому стоці спостерігалися в \_\_\_ декаді і становили \_\_\_ г/с, мінімальні (\_\_\_ г/с) – у \_\_\_ декаді.

Середньорічне значення витрат розчину в підземному стоці (таблиця Б.9) становило \_\_\_ г/с, максимальне значення становило \_\_\_ г/с і спостерігалось \_\_\_. Найбільші значення витрат розчину в підземному стоці спостерігалися в \_\_\_ декаді і становили \_\_\_ г/с, мінімальні (\_\_\_ г/с) – у \_\_\_ декаді.

Добові витрати розчину \_\_\_ в поверхневому стоці значно більші (менші), ніж в підземному, проте у періоди \_\_\_ їх значення є частково відсутніми.

#### Аналіз комплексних графіків

На результуючому графіку розрахунку щоденних витрат розчинених хімічних речовин (рисунок В.1) зображено комплексний графік річного ходу деяких метеорологічних (середньодобові температури повітря, добові суми опадів), гідрологічних (щоденні витрати води) та гідрохімічних елементів (витрати розчинених хімічних речовин).

На рисунку В.1 зображено комплексний графік винесення розчину \_\_\_\_ річковим стоком. Цей графік є перевірочним, оскільки дозволяє візуально оцінити відповідність коливань обчислених витрат розчиненої хімічної речовини середньодобовим витратам води та іншим гідрометеорологічним елементам у періоди відсутності вимірювань хімічного складу води. На графіку, що аналізується, чітко простежується синхронність у ході водного та хімічного стоків, що підтверджується відповідністю всіх виділених фаз водного режиму: зимова межень (\_\_\_\_), весняне водопілля (\_\_\_\_), літньо-осіння межені (\_\_\_\_), дощові паводки (\_\_\_\_).

**ДОДАТКИ**  
(варіанти вхідних даних для виконання КП)

**Додаток А (Витрати води та виміряні концентрації мінералізації)**

Таблиця А.1 – Витрати води та виміряні мінералізації,  
р. Молочна – м. Мелітополь, 2000 рік (Варіант № 1)

NN	Дата	Q, м <sup>3</sup> /с	C, мг/дм <sup>3</sup>	Прим.
1	24.01	2.26	567	gr
2	08.04	5.09	682	пов
3	17.07	4.05	679	пов
4	20.07	2.93	465	gr
5	24.08	5.13	662	пов
6	07.09	2.82	529	gr
7	04.12	1.22	662	gr

Таблиця А.2 – Витрати води та виміряні мінералізації,  
р. Салгір – с. Піонерське, 2005 рік (Варіант № 2)

NN	Дата	Q, м <sup>3</sup> /с	C, мг/дм <sup>3</sup>	Прим.
1	21.01	0.36	521	gr
2	11.02	3.12	483	пов
3	12.02	17.3	359	пов
4	13.02	9.67	311	пов
5	15.04	0.76	433	пов
6	04.05	1.37	357	пов
7	04.06	2.29	321	пов
8	05.06	4.19	469	пов
9	15.07	2.07	427	пов
10	25.10	0.44	473	gr
11	12.12	0.51	466	gr

Таблиця А.3 – Витрати води та виміряні мінералізації,  
р. Альма – смт Поштове, 1979 рік (Варіант № 3)

NN	Дата	Q, м <sup>3</sup> /с	C, мг/дм <sup>3</sup>	Прим.
1	12.01	2.540	301.0	пов
2	13.01	2.020	324.0	пов
3	14.01	1.510	366.0	пов
4	08.02	5.500	251.0	пов
5	23.02	1.280	401.0	пов
6	11.04	0.720	484.0	пов
7	22.06	0.815	464.0	пов
8	26.07	0.082	912.0	gr
9	19.09	0.079	957.0	gr
10	07.12	0.071	973.0	gr
11	24.12	0.197	698.0	пов

Таблиця А.4 – Витрати води та виміряні концентрації мінералізації,  
р. Бельбек – с. Фруктове, 1997 рік (Варіант № 4)

NN	Дата	Q, м <sup>3</sup> /с	C, мг/дм <sup>3</sup>	Прим.
1	6.03	2.380	473.0	gr
2	18.06	1.470	495.7	gr
3	20.08	2.880	466.2	пов
4	2.10	2.930	465.6	пов
5	30.12	2.680	467.9	gr

Таблиця А.5 – Витрати води та виміряні концентрації мінералізації,  
р. Біюк-Карасу – м. Білогірск, 1986 рік (Варіант № 5)

NN	Дата	Q, м <sup>3</sup> /с	C, мг/дм <sup>3</sup>	Прим.
1	23.01	0.330	528.1	пов
2	26.02	0.520	475.1	пов
3	19.03	0.270	558.9	gr
4	25.04	0.880	412.4	пов
5	29.05	1.740	330.5	пов
6	13.06	1.210	362.3	пов
7	22.07	0.550	462.5	пов
8	29.08	0.350	511.7	пов
9	17.09	0.300	535.0	пов
10	29.10	0.200	608.0	пов
11	20.11	0.070	771.8	gr
12	11.12	0.040	831.0	gr

Таблиця А.6 – Витрати води та виміряні концентрації мінералізації,  
р. Демерджи – м. Алушта, 1982 рік (Варіант № 6)

NN	Дата	Q, м <sup>3</sup> /с	C, мг/дм <sup>3</sup>	Прим.
1	18.02	0.760	657.0	пов
2	15.04	0.680	667.0	пов
3	7.06	0.200	778.0	gr
4	23.09	0.110	864.0	gr
5	18.10	0.180	790.0	пов
6	16.11	0.120	848.0	gr
7	6.12	0.210	773.0	пов

Таблиця А.7 – Витрати води та виміряні концентрації мінералізації,  
р. Дерекойка – м. Ялта, 2002 рік (Варіант № 7)

NN	Дата	Q, м <sup>3</sup> /с	C, мг/дм <sup>3</sup>	Прим.
1	21.01	0.530	311.0	gr
2	18.02	0.710	308.0	pov
3	17.04	2.120	299.0	pov
4	20.05	0.350	314.0	gr
5	9.07	0.300	316.0	gr
6	19.08	1.340	303.0	pov
7	16.10	0.320	315.0	gr

Таблиця А.8 – Витрати води та виміряні концентрації мінералізації,  
р. Біюк-Узенбаш – с. Щасливе, 1987 рік (Варіант № 8)

NN	Дата	Q, м <sup>3</sup> /с	C, мг/дм <sup>3</sup>	Прим.
1	14.02	0.010	397.0	gr
2	13.04	1.610	292.0	pov
3	23.05	0.560	305.0	pov
4	27.08	0.040	353.0	gr
5	2.12	0.230	317.0	pov

Таблиця А.9 – Витрати води та виміряні концентрації мінералізації,  
р. Кучук-Узенбаш – с. Многоріччя, 2002 рік (Варіант № 9)

NN	Дата	Q, м <sup>3</sup> /с	C, мг/дм <sup>3</sup>	Прим.
1	15.01	0.080	427.0	gr
2	16.04	1.390	408.0	rov
3	16.05	0.110	423.0	rov
4	1.07	0.040	431.0	gr
5	8.10	0.130	422.0	rov

Таблиця А.10 – Витрати води та виміряні концентрації мінералізації,  
р. Малий Салгір – м. Сімферополь, 1998 рік (Варіант № 10)

NN	Дата	Q, м <sup>3</sup> /с	C, мг/дм <sup>3</sup>	Прим.
1	10.02	1.000	789.0	rov
2	23.02	1.520	722.0	rov
3	1.04	1.410	737.0	rov
4	8.07	0.440	886.0	gr
5	9.09	0.350	942.0	gr
6	9.11	0.380	907.0	gr

## Додаток Б (Щоденні витрати води)

Таблиця Б.1 – Щоденні витрати води, м<sup>3</sup>/с,  
р. Молочна – м. Мелітополь, 2000 рік (Варіант № 1)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	4.47	3.42	2.16	3.02	6.32	4.36	5.32	3.87	3.68	1.58	3.90	1.34
2	4.47	2.96	1.74	3.55	5.43	4.30	5.72	3.87	3.57	1.29	3.79	1.39
3	4.43	2.14	1.32	2.92	4.86	4.26	5.58	3.94	3.33	1.59	3.26	1.26
4	4.43	2.52	1.18	3.94	4.57	4.19	4.96	3.98	3.33	2.13	2.93	1.22
5	4.43	2.92	1.77	4.00	4.35	4.13	4.45	4.00	3.14	2.08	2.89	1.27
6	4.36	2.99	2.32	4.06	4.97	4.13	4.19	4.02	2.93	1.89	2.54	1.50
7	4.30	2.76	2.37	4.26	5.90	5.28	4.13	4.02	2.82	1.62	2.34	1.94
8	4.26	2.62	2.90	5.09	6.24	7.72	4.11	4.02	2.87	1.39	2.20	2.06
9	4.26	2.62	3.20	6.24	6.40	10.0	4.13	4.03	3.16	1.43	2.18	1.86
10	4.24	2.34	2.99	6.73	6.80	12.2	4.02	4.06	3.78	1.46	2.31	1.79
11	4.21	2.13	2.51	5.89	5.83	14.4	4.06	4.08	4.13	1.54	2.18	1.82
12	4.14	2.08	2.44	5.20	6.34	15.7	4.16	4.61	4.00	1.73	2.10	1.76
13	4.05	1.89	2.77	4.81	7.10	16.5	4.30	5.70	3.71	1.96	2.06	1.67
14	4.05	1.82	2.96	4.57	7.16	16.6	4.38	5.28	3.81	1.98	2.00	1.70
15	4.05	1.94	3.49	4.80	6.22	14.8	4.40	4.61	3.89	1.80	1.96	1.65
16	4.03	2.06	3.70	4.33	5.16	12.5	4.30	4.43	3.71	1.72	1.89	1.65
17	4.03	2.37	3.79	4.06	4.79	10.2	4.05	4.13	3.26	2.01	1.78	1.60
18	4.03	2.08	4.30	3.82	5.01	8.53	3.65	4.00	3.04	2.18	1.82	1.58
19	3.87	1.89	5.81	4.10	4.48	7.35	3.38	3.98	2.94	2.31	2.20	1.48
20	3.70	1.90	6.28	4.33	4.60	7.51	2.93	3.71	2.90	2.23	2.61	1.38
21	3.52	2.12	5.70	4.47	3.87	7.85	3.17	3.84	2.90	2.23	2.31	1.20
22	3.26	2.27	5.20	4.94	3.65	8.33	3.55	6.00	2.87	2.49	2.04	1.21
23	3.20	2.18	4.61	6.36	3.30	8.03	3.78	5.98	2.87	2.54	1.91	1.30
24	2.26	2.35	4.13	7.18	3.11	7.72	3.86	5.13	2.90	2.79	1.85	1.41
25	3.30	2.37	3.98	7.12	2.93	8.16	4.06	7.51	2.90	3.23	1.94	1.27
26	3.11	2.34	3.79	7.49	2.84	8.05	4.30	7.77	2.84	3.02	1.83	1.13
27	2.90	2.33	3.65	8.07	3.14	7.10	4.00	6.48	2.76	3.30	1.77	1.02
28	2.82	2.48	3.49	8.18	3.78	6.58	3.87	5.81	3.26	3.71	1.65	1.00
29	2.70	2.51	3.14	8.49	4.16	6.36	3.84	4.86	3.06	3.87	1.42	1.13
30	2.73		2.84	7.72	4.16	5.70	3.82	4.38	2.23	3.90	1.27	1.26
31	2.90		3.84		4.26		3.84	4.03		3.89		1.54



Таблиця Б.2 – Щоденні витрати води, м<sup>3</sup>/с,  
р. Салгір – с. Піонерське, 2005 рік (Варіант № 2)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	0.24	0.24	0.82	0.88	1.56	0.29	2.39	0.51	0.20	0.33	0.39	0.33
2	0.24	0.24	0.82	0.20	1.96	0.32	1.96	0.51	0.23	0.33	0.33	0.33
3	0.24	0.24	0.76	1.37	1.66	0.29	1.66	0.39	0.23	0.33	0.33	0.28
4	0.24	0.29	0.76	1.20	1.37	2.29	1.66	0.44	0.20	0.33	0.33	0.33
5	0.24	0.29	0.76	1.12	1.28	4.19	4.17	0.44	0.28	0.33	0.33	1.60
6	0.27	0.29	0.69	1.04	1.12	2.17	23.5	0.44	0.25	0.33	0.33	1.71
7	0.69	0.49	0.69	1.04	1.04	1.57	21.2	0.39	0.91	0.33	0.33	1.18
8	0.55	0.36	0.69	0.96	0.96	1.57	12.7	0.28	0.57	0.33	0.39	0.98
9	0.71	0.36	0.76	0.88	0.96	1.12	6.71	0.28	0.51	0.33	0.33	0.80
10	0.69	0.36	0.69	0.88	0.88	1.04	4.81	0.28	0.44	0.33	0.33	0.65
11	0.69	3.12	0.69	0.88	0.69	0.88	3.80	0.23	0.44	0.28	0.33	0.57
12	0.62	17.3	0.63	0.82	0.69	0.82	3.52	0.23	0.51	0.28	0.33	0.51
13	0.55	9.67	0.69	0.82	0.63	0.82	4.66	0.23	0.44	0.28	0.33	0.44
14	0.91	4.37	0.76	0.82	0.57	0.76	2.55	0.23	0.57	0.28	0.33	0.44
15	0.49	2.91	0.82	0.76	0.57	0.63	2.07	0.23	0.44	0.28	0.33	0.44
16	1.06	2.06	1.98	0.76	0.57	0.57	1.83	0.23	0.44	0.58	0.33	0.44
17	0.44	1.66	2.74	0.69	0.57	0.57	1.48	0.20	0.44	1.60	0.33	0.51
18	0.36	1.37	2.51	0.69	0.52	0.63	1.28	0.20	0.44	0.98	0.28	0.72
19	0.29	1.20	2.86	0.69	0.52	1.96	1.18	0.20	0.44	0.88	0.28	0.65
20	0.36	1.12	2.74	0.63	0.52	2.10	1.18	0.20	0.39	0.72	0.28	0.65
21	0.36	1.12	2.27	0.69	0.37	4.18	0.98	0.20	0.39	0.57	0.28	0.65
22	0.29	1.04	1.75	0.96	0.37	2.62	0.88	0.20	0.39	0.51	0.28	0.51
23	0.29	1.04	1.66	0.82	0.37	3.80	0.88	0.23	0.33	0.51	0.28	0.44
24	0.42	0.96	1.47	0.82	0.25	2.39	0.80	0.23	0.44	0.44	0.28	0.44
25	0.42	0.96	1.20	0.88	0.22	2.06	0.80	0.23	0.39	0.44	0.28	0.51
26	0.36	0.96	1.12	0.88	0.22	2.86	0.72	0.23	0.39	0.44	0.28	0.51
27	0.29	0.88	1.04	0.88	0.37	8.85	0.72	0.23	0.39	0.44	0.28	0.51
28	0.29	0.88	0.96	0.88	0.42	7.45	0.72	0.23	0.39	0.39	0.28	0.57
29	0.24		0.96	0.82	0.32	4.23	0.65	0.23	0.39	0.39	0.28	0.57
30	0.24		0.88	1.04	0.29	2.99	0.57	0.20	0.39	0.39	0.28	1.17
31	0.24		0.88		0.29		0.57	0.20		0.39		3.15

Таблиця Б.3 – Щоденні витрати води, м<sup>3</sup>/с,  
р. Альма – с/мт Поштове, 1979 рік (Варіант № 3)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	0.64	0.23	1.17	0.28	0.16	0.05	0.04	0.06	0.07	0.09	0.06	0.24
2	1.39	0.18	1.17	0.30	0.16	0.05	0.03	0.06	0.08	0.09	0.06	0.10
3	0.53	0.18	1.17	0.33	0.13	0.04	0.03	0.04	0.06	0.09	0.06	0.18
4	0.27	0.16	1.17	0.49	0.13	0.04	0.04	0.04	0.06	0.09	0.06	0.18
5	0.27	1.18	1.17	0.49	0.13	0.04	0.04	0.05	0.06	0.09	0.06	0.08
6	0.27	3.16	1.07	0.49	0.16	0.04	0.04	0.05	0.07	0.09	0.06	0.08
7	0.18	5.02	0.86	0.40	0.16	0.05	0.04	0.08	0.08	0.09	0.06	0.07
8	0.23	5.50	0.40	0.40	0.16	0.04	0.04	0.08	0.07	0.09	0.06	0.08
9	0.22	3.60	0.44	0.87	0.16	0.04	0.04	0.08	0.06	0.09	0.06	0.08
10	0.16	2.02	0.36	1.36	0.13	0.05	0.04	0.06	0.08	0.09	0.06	0.08
11	0.45	2.72	0.40	0.72	0.13	0.05	0.03	0.06	0.07	0.09	0.06	0.08
12	2.54	2.30	0.33	0.48	0.10	0.05	0.05	0.08	0.07	0.08	0.07	0.08
13	2.02	1.89	0.33	0.23	0.28	0.05	0.04	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
14	1.51	1.64	0.33	0.20	0.33	0.05	0.03	0.09	0.08	0.07	0.08	0.08
15	0.78	2.02	0.33	0.63	0.28	0.04	0.06	0.10	0.08	0.08	0.10	0.08
16	0.78	2.87	0.33	0.47	0.28	0.04	0.06	0.09	0.11	0.08	0.12	0.08
17	0.23	3.60	0.33	0.40	0.24	0.04	0.06	0.09	0.13	0.08	0.07	0.08
18	0.45	3.45	0.33	0.47	0.23	0.04	0.06	0.08	0.10	0.08	0.10	0.08
19	0.32	3.01	0.33	0.33	0.23	0.04	0.06	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08
20	0.32	1.64	0.33	0.27	0.26	0.04	0.06	0.08	0.09	0.08	0.09	0.08
21	0.27	1.51	0.33	0.23	0.24	0.04	0.06	0.08	0.09	0.08	0.12	0.07
22	0.23	1.28	0.36	0.27	0.49	0.82	0.05	0.06	0.09	0.07	0.09	0.08
23	0.20	1.28	0.33	0.27	0.40	0.05	0.06	0.06	0.10	0.08	0.08	0.08
24	0.32	1.28	0.30	0.18	0.30	0.05	0.06	0.06	0.10	0.08	0.08	0.20
25	0.23	1.28	0.30	0.18	0.10	0.04	0.08	0.05	0.09	0.09	0.10	0.08
26	0.18	1.28	0.28	0.18	0.09	0.04	0.08	0.06	0.09	0.10	0.10	0.08
27	0.20	1.17	0.28	0.16	0.07	0.04	0.08	0.04	0.09	0.06	0.09	0.08
28	0.20	0.96	0.28	0.16	0.07	0.04	0.08	0.06	0.09	0.06	0.08	0.08
29	0.18		0.30	0.16	0.06	0.03	0.08	0.04	0.08	0.06	0.08	0.08
30	0.23		0.30	0.14	0.05	0.04	0.08	0.05	0.08	0.06	0.08	0.08
31	0.19		0.26		0.05		0.08	0.05		0.06		0.08

Таблиця Б.4 – Щоденні витрати води, м<sup>3</sup>/с,  
р. Бельбек – с. Фруктове, 1997 рік (Варіант № 4)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	3.15	1.24	3.04	11.60	9.06	1.82	1.52	11.50	1.90	1.77	2.37	2.44
2	4.30	1.19	2.66	13.90	8.06	1.77	1.98	10.00	2.27	2.93	2.23	2.37
3	5.81	1.19	2.56	16.90	7.53	1.67	1.92	3.42	2.23	2.57	2.23	2.23
4	3.48	1.19	2.47	58.10	6.64	1.62	1.77	28.80	2.04	2.77	2.23	2.93
5	2.61	1.19	2.38	35.30	7.71	1.57	1.62	7.38	1.98	2.77	2.10	6.77
6	2.45	1.19	2.38	18.00	7.17	1.27	1.52	20.80	1.92	2.23	2.10	5.06
7	2.23	1.19	2.28	17.00	7.17	1.02	1.37	30.50	1.87	1.98	2.04	3.60
8	1.83	1.10	2.19	12.00	6.46	0.89	1.22	8.01	1.77	1.87	1.98	2.77
9	1.77	1.14	2.19	8.45	5.52	0.85	1.12	12.00	1.72	1.77	1.87	2.50
10	2.03	1.10	2.10	6.46	4.89	0.93	0.85	6.64	1.52	1.77	1.87	2.37
11	2.09	1.01	1.85	6.06	4.26	0.97	0.73	4.54	1.57	1.77	1.82	2.23
12	1.96	1.05	1.69	14.50	3.82	0.97	0.66	7.49	1.67	1.77	1.82	2.17
13	1.83	1.19	1.69	14.20	3.48	0.93	0.66	9.10	1.62	2.39	1.82	2.10
14	1.61	2.58	1.69	10.80	3.07	1.07	0.89	11.00	1.52	19.50	1.87	2.50
15	1.61	35.00	1.85	19.30	2.84	1.52	1.42	6.64	1.37	10.10	1.87	4.17
16	1.61	11.30	2.02	19.30	2.61	2.30	1.62	4.17	1.32	19.80	1.87	3.90
17	1.61	9.86	2.19	14.00	2.53	1.92	1.47	3.48	1.27	14.00	1.98	3.39
18	1.55	7.81	2.56	11.70	2.53	1.47	1.27	3.31	1.27	6.99	1.98	3.15
19	1.50	5.45	2.28	10.10	2.45	1.07	1.07	3.00	1.22	5.12	10.10	3.00
20	1.50	4.55	2.10	8.45	2.45	0.97	0.93	2.88	1.17	4.26	60.10	2.84
21	1.45	3.83	12.30	8.45	2.38	0.97	0.85	2.61	1.17	3.73	31.00	2.68
22	1.40	3.38	8.63	10.50	2.31	0.93	0.81	2.20	1.12	3.56	15.30	2.61
23	1.29	3.49	5.59	18.70	2.23	0.85	0.89	2.38	1.07	3.31	9.01	2.76
24	1.29	3.49	4.55	27.10	2.23	0.81	0.89	2.23	1.02	3.31	6.48	2.84
25	1.29	3.38	4.17	23.00	2.73	0.81	0.89	2.03	0.97	6.05	5.06	3.07
26	1.29	3.15	3.83	18.70	2.85	0.85	0.85	1.90	0.97	9.48	3.79	2.92
27	1.29	3.04	3.60	17.20	2.44	0.85	0.89	1.90	1.07	5.25	3.09	2.76
28	1.29	3.15	3.38	14.50	2.17	0.81	1.07	2.16	1.17	4.17	2.85	2.61
29	1.24		3.71	11.50	1.98	0.85	1.07	2.09	1.32	2.77	2.77	2.53
30	1.40		5.88	10.10	2.04	1.07	1.07	1.77	1.42	2.64	2.57	2.68
31	1.34		8.63		1.92		1.02	1.77		2.50		2.61

Таблиця Б.5 – Щоденні витрати води, м<sup>3</sup>/с,  
р. Біюк-Карасу – м. Білогірск, 1986 рік (Варіант № 5)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	0.60	0.42	0.64	0.39	1.16	1.27	1.27	0.35	0.44	0.18	0.06	0.10
2	0.49	0.46	0.55	0.25	1.21	1.16	1.16	0.14	0.44	0.11	0.14	0.09
3	0.42	0.48	0.56	0.20	0.97	1.16	1.16	0.26	0.48	0.12	0.32	0.10
4	0.53	0.57	0.51	0.26	1.21	1.06	1.06	0.65	0.44	0.09	0.23	0.08
5	0.46	0.62	0.46	0.32	1.38	0.88	0.88	0.51	0.41	0.06	0.14	0.04
6	0.32	0.69	0.46	0.55	1.45	1.01	1.01	0.65	0.72	0.09	0.26	0.07
7	0.29	0.57	0.78	0.55	1.21	0.97	0.97	0.58	0.88	0.10	0.32	0.89
8	0.23	0.72	0.78	0.41	1.16	0.84	0.84	0.65	0.72	0.20	0.38	0.11
9	0.19	0.69	0.74	0.38	1.21	0.92	0.92	0.76	0.34	0.17	0.32	0.03
10	0.26	0.63	0.67	0.35	0.97	1.10	1.10	0.76	0.26	0.13	0.26	0.06
11	0.49	0.63	0.63	0.38	0.88	1.27	1.27	0.65	0.48	0.12	0.20	0.04
12	0.39	0.63	0.53	0.72	0.97	1.10	1.10	0.51	0.40	0.17	0.20	0.05
13	0.23	0.63	0.46	0.84	1.06	1.21	1.21	0.51	0.23	0.23	0.14	0.10
14	0.27	0.60	0.42	0.80	0.84	1.06	1.06	0.51	0.23	0.18	0.08	0.14
15	0.28	0.67	0.42	0.88	0.97	0.97	0.97	0.58	0.35	0.15	0.04	0.20
16	0.28	0.63	0.42	0.80	0.92	0.84	0.84	0.48	0.28	0.15	0.17	0.09
17	0.33	0.56	0.36	0.80	0.84	0.80	0.80	0.62	0.30	0.18	0.14	0.07
18	0.32	0.67	0.35	0.69	0.84	0.84	0.84	0.72	0.17	0.12	0.06	0.05
19	0.39	0.53	0.27	0.58	0.88	0.69	0.69	0.55	0.03	0.13	0.09	0.04
20	0.35	0.56	0.32	0.72	0.72	0.84	0.84	0.52	0.02	0.18	0.07	0.04
21	0.29	0.53	0.35	0.84	0.65	0.69	0.69	0.48	0.02	0.18	0.77	0.13
22	0.32	0.56	0.42	0.51	0.72	0.55	0.55	0.55	0.02	0.26	0.11	0.19
23	0.33	0.60	0.46	0.55	0.72	0.69	0.69	0.55	0.08	0.23	0.08	0.10
24	0.29	0.56	0.31	0.62	0.88	0.88	0.88	0.56	0.07	0.20	0.08	0.43
25	0.36	0.56	0.30	0.88	1.74	1.01	1.01	0.62	0.07	0.20	0.07	0.14
26	0.39	0.55	0.46	1.97	1.60	0.97	0.97	0.58	0.07	0.26	0.06	0.14
27	0.35	0.46	0.46	1.52	1.74	1.16	1.16	0.38	0.05	0.23	0.06	0.23
28	0.37	0.63	0.39	0.88	1.82	1.27	1.27	0.35	0.09	0.19	0.08	0.35
29	0.42		0.24	0.72	1.74	1.38	1.38	0.35	0.12	0.20	0.07	0.29
30	0.33		0.20	0.84	1.82	1.16	1.16	0.35	0.08	0.08	0.13	0.20
31	0.33		0.31		1.90		0.97	0.44		0.07		0.26

Таблиця Б.6 – Щоденні витрати води, м<sup>3</sup>/с,  
р. Демерджи – м. Алушта, 1982 рік (Варіант № 6)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	0.68	0.85	1.10	1.10	0.55	0.20	0.17	0.74	0.13	0.11	0.21	0.15
2	0.68	1.07	0.90	1.10	0.61	0.20	0.17	0.55	0.11	0.11	0.21	0.15
3	0.68	1.15	0.88	0.90	0.61	0.23	0.18	0.43	0.24	0.11	0.15	0.13
4	0.68	1.10	0.76	0.88	0.55	0.20	0.20	0.43	0.21	0.11	0.15	0.13
5	0.68	0.90	0.69	0.86	0.55	0.20	0.18	0.48	0.15	0.11	0.15	0.15
6	0.68	1.00	0.55	0.85	0.55	0.20	0.20	0.61	0.15	0.11	0.15	0.21
7	0.68	1.00	0.50	0.83	0.55	0.20	0.20	0.48	0.15	0.11	0.13	0.21
8	0.50	1.00	0.50	0.81	0.55	0.23	0.26	0.55	0.13	0.11	0.13	0.21
9	0.45	1.21	0.50	0.68	0.55	0.26	0.26	0.58	0.13	0.11	0.13	0.21
10	0.45	1.00	0.50	0.68	0.55	0.23	0.24	0.34	0.11	0.11	0.13	0.21
11	0.50	0.90	0.50	0.68	0.48	0.23	0.08	0.34	0.11	0.11	0.13	0.15
12	0.75	0.90	0.50	0.68	0.43	0.23	0.08	0.38	0.11	0.11	0.13	0.15
13	0.75	0.83	0.50	0.68	0.43	0.23	0.06	0.34	0.11	0.13	0.11	0.15
14	0.55	0.76	0.55	0.68	0.38	0.23	0.08	0.26	0.11	0.11	0.11	0.15
15	0.61	0.76	0.62	0.68	0.34	0.26	0.11	0.26	0.11	0.11	0.11	0.15
16	0.61	0.76	0.62	0.55	0.34	0.23	0.11	0.26	0.11	0.11	0.12	0.13
17	0.55	0.76	1.18	0.55	0.34	0.20	0.37	0.26	0.11	0.11	0.11	0.13
18	0.55	0.76	0.83	0.61	0.34	0.18	0.40	0.30	0.13	0.18	0.11	0.18
19	0.55	0.62	0.69	0.68	0.26	0.20	0.28	0.30	0.11	0.13	0.11	0.21
20	0.55	0.62	0.62	1.26	0.48	0.20	0.24	0.30	0.11	0.13	0.11	0.21
21	0.55	0.62	1.61	0.96	0.38	0.20	0.24	0.30	0.11	0.13	0.11	0.18
22	0.75	0.69	1.51	0.81	0.38	0.20	0.24	0.26	0.11	0.13	0.11	0.15
23	0.68	0.69	0.83	0.81	0.34	0.18	0.17	0.26	0.11	0.13	0.09	0.15
24	0.55	0.69	0.76	0.74	0.34	0.18	0.11	0.26	0.11	0.13	0.09	0.15
25	0.55	0.69	0.76	0.68	0.34	0.18	0.14	0.26	0.11	0.13	0.09	0.15
26	0.55	0.69	0.76	0.61	0.23	0.18	0.11	0.58	0.11	0.18	0.09	0.13
27	0.68	1.10	0.83	0.55	0.20	0.17	0.11	0.15	0.11	0.21	0.09	0.13
28	0.68	0.90	1.10	0.55	0.20	0.17	0.08	0.15	0.11	0.21	0.09	0.13
29	0.75		1.20	0.55	0.20	0.17	0.08	0.13	0.11	0.21	0.09	0.13
30	0.99		1.10	0.55	0.20	0.17	0.08	0.13	0.11	0.21	0.09	0.11
31	0.83		1.30		0.20		0.70	0.13		0.21		0.11

Таблиця Б.7 – Щоденні витрати води, м<sup>3</sup>/с,  
р. Дерекойка – м. Ялта, 2002 рік (Варіант № 7)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	1.22	0.88	0.64	0.48	0.94	0.30	0.47	0.32	0.34	0.52	1.39	0.59
2	0.95	0.82	1.03	0.62	0.86	0.33	0.47	0.32	0.34	0.62	0.88	0.59
3	0.88	0.82	1.11	0.74	0.94	0.26	0.51	0.32	0.32	0.34	1.80	0.51
4	0.88	0.82	1.48	0.88	0.94	0.28	0.47	0.49	0.32	0.32	2.24	0.59
5	1.12	0.88	1.03	0.67	0.94	0.24	0.47	0.39	0.32	0.32	1.59	0.55
6	1.04	0.88	0.74	0.57	0.77	0.33	0.44	0.48	0.32	0.32	2.60	0.44
7	0.95	0.88	0.80	0.95	0.86	0.30	0.51	0.93	0.32	0.32	1.90	0.55
8	0.95	1.11	1.90	0.80	0.94	0.30	0.32	2.03	0.46	0.32	1.83	0.24
9	0.53	0.85	1.90	1.39	0.53	0.24	0.30	1.91	0.34	0.32	2.06	0.24
10	0.53	0.71	0.95	0.67	0.53	0.28	0.32	0.74	0.34	0.32	2.06	0.24
11	0.59	0.85	0.95	0.57	0.53	0.26	0.32	0.35	0.30	0.32	1.83	0.24
12	0.64	0.85	0.95	0.67	0.50	0.26	0.32	0.28	0.32	0.32	1.62	0.24
13	0.53	0.71	0.95	0.74	0.53	0.26	0.32	0.33	0.32	0.32	1.51	0.24
14	0.53	0.77	0.95	1.03	0.53	0.24	0.34	0.33	0.86	0.32	1.51	0.22
15	0.53	0.71	1.03	1.59	0.64	0.26	0.32	0.33	1.29	0.34	1.41	0.23
16	0.53	0.77	0.88	1.90	0.64	0.24	0.97	0.33	3.88	0.32	1.41	0.24
17	0.53	0.71	0.67	2.12	0.59	0.24	0.59	0.26	2.84	0.30	1.11	0.23
18	0.53	0.71	0.67	2.12	0.38	0.32	0.59	0.48	2.01	0.32	1.11	0.22
19	0.53	0.64	0.95	2.12	0.38	0.26	0.55	1.34	1.20	0.30	1.11	0.24
20	0.53	0.59	0.67	2.12	0.35	0.24	0.47	2.03	0.59	0.34	0.94	0.24
21	0.53	0.59	0.67	1.90	0.38	0.24	0.51	0.93	0.53	0.32	0.86	0.23
22	0.53	0.53	0.57	1.39	0.33	0.24	0.47	0.46	0.53	0.32	0.77	0.23
23	0.65	0.53	0.74	1.11	0.33	0.24	0.96	0.59	0.50	0.32	0.65	0.24
24	0.95	0.59	0.48	0.95	0.33	0.55	0.34	0.43	0.50	0.91	0.59	0.24
25	0.95	1.02	2.29	0.88	0.35	0.47	0.32	0.43	0.43	0.85	0.55	0.24
26	1.22	1.11	2.01	0.74	0.35	0.51	0.32	0.43	0.50	0.53	0.59	0.23
27	1.22	0.93	1.11	0.74	0.35	0.47	0.32	0.46	0.43	0.59	0.59	0.23
28	1.04	0.71	0.67	0.57	0.33	0.47	0.32	0.43	0.34	1.11	0.59	0.24
29	0.88		0.48	1.30	0.30	0.51	0.32	0.39	0.34	1.90	0.59	0.24
30	0.88		0.48	1.03	0.35	0.47	0.32	0.37	0.34	2.12	0.59	0.24
31	0.88		0.67		0.33		0.32	0.39		1.80		0.24

Таблиця Б.8 – Щоденні витрати води, м<sup>3</sup>/с,  
р. Біюк-Узенбаш – с. Щасливе, 1987 рік (Варіант № 8)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	0.05	0.03	0.09	0.99	1.26	0.52	0.60	0.13	0.02	0.01	0.10	0.23
2	0.05	0.02	0.07	1.03	1.14	0.82	0.52	0.13	0.02	0.01	0.08	0.23
3	0.05	0.02	0.07	0.98	1.31	0.64	0.48	0.13	0.01	0.01	0.08	0.23
4	0.03	0.02	0.07	0.93	1.20	0.60	0.56	0.10	0.01	0.01	0.08	0.19
5	0.03	0.02	0.09	0.93	1.26	0.93	0.52	0.10	0.01	0.01	0.08	0.19
6	0.03	0.02	0.09	1.43	1.37	1.26	0.48	0.08	0.01	0.01	0.10	0.23
7	0.03	0.02	0.09	1.93	1.26	0.93	0.44	0.08	0.01	0.01	0.12	0.68
8	0.03	0.02	0.07	3.44	1.03	0.60	0.40	0.08	0.01	0.01	0.24	1.01
9	0.03	0.02	0.07	3.69	1.03	0.52	0.37	0.08	0.01	0.01	0.59	0.46
10	0.03	0.01	0.07	3.04	0.93	0.52	0.34	0.08	0.01	0.01	0.32	0.68
11	0.05	0.01	0.07	2.44	0.93	0.48	0.34	0.08	0.01	0.01	0.17	1.01
12	0.05	0.01	0.09	1.93	0.93	0.48	0.31	0.08	0.01	0.01	0.14	0.68
13	0.03	0.01	0.13	1.61	0.82	0.44	0.31	0.08	0.01	0.01	0.14	0.46
14	0.03	0.01	0.09	1.37	0.87	0.44	0.31	0.08	0.01	0.01	0.36	0.46
15	0.03	0.02	0.13	1.09	0.78	0.40	0.31	0.06	0.01	0.01	2.03	0.46
16	0.03	0.07	0.17	1.09	0.73	0.40	0.28	0.06	0.01	0.01	1.56	0.32
17	0.03	0.34	0.29	1.26	0.64	0.40	0.28	0.06	0.01	0.01	0.70	0.46
18	0.03	0.81	0.29	1.43	0.64	0.40	0.31	0.06	0.01	0.01	0.52	0.46
19	0.03	0.83	0.52	1.87	0.64	0.40	0.31	0.04	0.01	0.01	0.54	0.46
20	0.01	0.48	0.48	1.74	0.60	0.37	0.28	0.03	0.01	0.01	0.52	0.32
21	0.01	0.37	0.37	1.67	0.56	0.48	0.28	0.02	0.01	0.01	0.92	0.23
22	0.01	0.29	0.37	1.37	0.64	0.89	0.28	0.02	0.01	0.01	0.67	0.23
23	0.01	0.23	0.34	1.14	0.56	0.93	0.34	0.02	0.01	0.01	0.52	0.19
24	0.01	0.17	0.44	1.03	0.56	1.26	0.52	0.02	0.01	0.01	0.44	0.15
25	0.01	0.13	0.48	1.14	0.56	0.93	0.87	0.20	0.01	0.01	0.39	0.10
26	0.01	0.13	0.62	1.20	0.60	0.64	0.54	0.08	0.01	0.49	0.37	0.10
27	0.01	0.09	1.08	1.09	0.64	0.64	0.34	0.04	0.01	0.32	0.37	0.10
28	0.01	0.09	1.79	1.61	0.87	0.73	0.28	0.03	0.01	0.36	0.37	0.10
29	0.02		2.90	1.31	0.82	0.93	0.20	0.03	0.01	0.27	0.30	0.10
30	0.03		2.26	1.37	0.64	0.73	0.17	0.03	0.01	0.17	0.23	0.10
31	0.03		1.38		0.56		0.17	0.03		0.14		0.10

Таблиця Б.9 – Щоденні витрати води, м<sup>3</sup>/с,  
р. Кучук-Узенбаш – с. Многоріччя, 2002 рік (Варіант № 9)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	0.25	0.28	0.28	0.46	0.30	0.05	0.04	0.04	0.07	0.11	0.95	0.12
2	0.21	0.28	0.63	0.63	0.30	0.04	0.04	0.04	0.07	0.11	0.69	0.12
3	0.18	0.25	0.69	0.69	0.25	0.04	0.04	0.04	0.07	0.50	1.09	0.10
4	0.14	0.25	0.75	0.69	0.25	0.04	0.04	0.04	0.07	0.18	1.09	0.10
5	0.14	0.25	0.57	0.52	0.22	0.05	0.04	0.04	0.07	0.13	0.95	0.10
6	0.12	0.28	0.36	0.46	0.18	0.05	0.04	0.04	0.07	0.13	1.02	0.10
7	0.12	0.36	0.46	0.69	0.18	0.05	0.04	0.04	0.07	0.13	0.81	0.10
8	0.10	0.46	0.69	0.57	0.18	0.05	0.04	0.25	0.07	0.13	0.63	0.10
9	0.10	0.41	0.63	0.46	0.18	0.05	0.04	0.41	0.07	0.11	0.46	0.10
10	0.08	0.36	0.36	0.36	0.18	0.04	0.04	0.14	0.07	0.13	0.36	0.08
11	0.08	0.28	0.28	0.36	0.16	0.04	0.04	0.10	0.07	0.13	0.36	0.08
12	0.08	0.28	0.36	0.36	0.16	0.57	0.04	0.06	0.07	0.13	0.28	0.08
13	0.08	0.25	0.36	0.52	0.13	0.10	0.04	0.06	0.07	0.11	0.28	0.08
14	0.08	0.28	0.36	0.57	0.13	0.08	0.03	0.06	0.07	0.11	0.32	0.08
15	0.08	0.28	0.32	1.09	0.13	0.06	0.03	0.05	0.07	0.11	0.28	0.08
16	0.08	0.25	0.28	1.39	0.11	0.06	0.03	0.04	0.86	0.11	0.41	0.08
17	0.06	0.21	0.21	1.24	0.11	0.06	0.03	0.04	1.39	0.10	0.28	0.06
18	0.06	0.21	0.18	1.02	0.11	0.06	0.03	0.04	0.81	0.10	0.25	0.06
19	0.06	0.18	0.14	0.81	0.11	0.06	0.03	0.04	0.63	0.10	0.25	0.06
20	0.06	0.18	0.14	0.75	0.06	0.06	0.03	0.56	0.52	0.10	0.21	0.06
21	0.06	0.14	0.12	0.69	0.06	0.06	0.03	0.13	0.41	0.10	0.21	0.06
22	0.05	0.14	0.12	0.52	0.06	0.05	0.03	0.10	0.25	0.10	0.21	0.06
23	0.05	0.52	0.14	0.45	0.06	0.05	0.03	0.08	0.22	0.08	0.18	0.06
24	0.05	0.52	0.21	0.40	0.06	0.04	0.57	0.08	0.18	0.08	0.18	0.06
25	0.10	0.52	1.02	0.30	0.06	0.04	0.14	0.08	0.16	0.34	0.18	0.06
26	0.36	0.52	1.09	0.34	0.06	0.04	0.06	0.08	0.13	0.63	0.14	0.06
27	0.53	0.52	0.81	0.34	0.06	0.04	0.05	0.07	0.13	0.51	0.14	0.05
28	0.08	0.28	0.69	0.34	0.05	0.04	0.05	0.07	0.11	0.84	0.14	0.05
29	0.06		0.52	0.34	0.05	0.04	0.04	0.07	0.11	0.84	0.12	0.05
30	0.06		0.36	0.34	0.05	0.04	0.04	0.07	0.11	0.84	0.12	0.05
31	0.06		0.36		0.05		0.04	0.07		0.70		0.12



Таблиця Б.10 – Щоденні витрати води, м<sup>3</sup>/с,  
р. Малий Салгир – м. Сімферополь, 1998 рік (Варіант № 10)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	1.06	1.05	1.25	1.41	0.82	0.75	0.44	0.38	0.36	0.36	0.39	0.38
2	1.06	0.96	1.15	1.36	0.79	0.75	0.42	0.36	0.36	0.36	0.39	0.38
3	1.01	0.96	1.10	1.30	0.79	0.72	0.42	0.36	0.36	0.36	0.39	0.38
4	0.97	1.00	1.10	1.25	0.79	0.72	0.42	0.36	0.36	0.36	0.39	0.38
5	0.97	1.05	1.05	1.20	0.79	0.68	0.42	0.36	0.36	0.38	0.38	0.41
6	0.97	1.10	1.00	1.15	0.75	0.65	0.48	0.36	0.36	0.38	0.38	0.41
7	1.35	1.20	1.36	1.10	0.75	0.95	0.46	0.36	0.36	0.38	0.38	0.38
8	1.40	1.03	1.15	1.05	0.75	0.68	0.44	0.36	0.36	0.38	0.38	0.38
9	1.20	1.00	1.10	1.00	0.65	0.68	0.46	0.36	0.35	0.38	0.38	0.36
10	2.04	1.00	1.05	0.96	0.60	0.72	0.56	0.36	0.35	0.38	0.39	0.36
11	1.52	1.00	1.00	0.96	0.60	0.79	0.46	0.36	0.35	0.38	0.39	0.36
12	1.41	1.05	0.96	0.96	0.60	0.79	0.42	0.36	0.35	0.39	0.39	0.36
13	1.63	2.31	1.00	0.96	0.62	0.72	0.42	0.36	0.35	0.39	0.39	0.36
14	1.81	2.37	1.00	0.91	0.65	0.68	0.44	0.36	0.35	0.39	0.39	0.36
15	1.47	1.69	1.15	0.91	0.68	0.68	0.44	0.36	0.35	0.39	0.39	0.36
16	1.41	1.87	1.20	0.91	0.62	0.65	0.44	0.36	0.36	0.35	0.39	0.36
17	1.36	1.99	1.05	0.87	0.60	0.62	0.46	0.36	0.36	0.35	0.44	0.36
18	1.36	2.44	1.05	0.87	0.60	0.62	0.48	0.36	0.36	0.35	0.39	0.36
19	1.25	1.75	1.05	0.87	0.60	0.62	0.48	0.36	0.36	0.35	0.38	0.35
20	1.25	1.75	1.00	1.05	0.65	0.62	0.46	0.36	0.36	0.35	0.38	0.35
21	1.20	1.69	1.10	0.82	0.79	0.65	0.42	0.36	0.36	0.35	0.41	0.35
22	1.15	1.58	1.41	0.82	0.72	0.65	0.42	0.36	0.36	0.35	0.38	0.39
23	1.10	1.52	1.15	0.87	0.96	0.65	0.41	0.36	0.36	0.38	0.38	0.39
24	1.10	1.52	1.10	0.87	0.72	0.62	0.41	0.36	0.36	0.38	0.38	0.38
25	1.10	1.47	1.10	0.87	0.68	0.65	0.39	0.36	0.36	0.38	0.38	0.36
26	1.10	1.41	1.25	0.87	0.65	0.68	0.39	0.36	0.36	0.38	0.38	0.35
27	1.10	1.36	1.36	0.87	0.65	0.68	0.39	0.36	0.36	0.53	0.38	0.35
28	1.10	1.36	1.93	0.87	0.68	0.68	0.39	0.36	0.36	0.39	0.38	0.35
29	1.15		2.18	0.87	0.72	0.46	0.39	0.36	0.36	0.39	0.38	0.35
30	1.15		1.69	0.91	0.97	0.46	0.39	0.36	0.36	0.39	0.38	0.35
31	1.05		1.41		0.79		0.38	0.36		0.39		0.35

## Додаток В (Добові суми опадів)

Таблиця В.1 – Добові суми опадів, мм,  
метеостанція м. Мелітополь, 2000 рік (Варіант № 1)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	0.2	0.8	0.0	1.7	-	0.0	1.9	-	-	3.4	-	-
2	0.1	-	-	0.5	0.7	-	-	-	-	4.8	-	-
3	-	1.1	-	-	8.1	-	0.5	-	-	-	-	-
4	-	-	-	0.0	0.7	-	-	-	-	-	-	-
5	3.3	0.0	0.0	22.9	3.5	-	10.2	6.4	-	-	-	-
6	-	-	-	-	8.0	1.4	-	0.4	-	-	-	-
7	-	-	3.1	-	1.7	0.0	-	0.1	0.7	-	-	13.4
8	-	-	-	-	-	-	6.5	15.2	0.8	-	-	0.8
9	-	-	0.0	-	-	-	-	3.7	-	-	-	-
10	-	-	-	-	0.3	-	-	2.5	-	-	-	-
11	-	-	-	0.6	-	0.7	-	1.4	-	-	-	0.0
12	0.0	1.2	-	-	-	23.8	-	-	-	0.4	0.0	3.2
13	-	-	-	-	-	6.7	3.9	-	-	3.2	-	-
14	-	-	-	0.6	-	3.2	0.0	1.4	11.0	-	-	-
15	0.4	8.8	-	-	-	2.2	-	-	-	-	5.5	-
16	0.0	1.7	-	-	-	3.6	-	-	-	-	4.2	0.2
17	-	0.0	-	-	-	0.1	20.6	-	-	-	-	-
18	-	0.3	-	-	-	24.1	-	-	-	-	-	-
19	-	0.0	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-
20	-	3.9	-	0.0	0.5	0.0	0.0	-	-	-	-	-
21	-	1.8	-	-	8.3	8.9	2.3	-	-	-	-	-
22	-	2.2	-	-	11.0	3.0	-	-	-	0.0	-	-
23	0.0	-	-	-	-	-	0.6	-	-	-	-	-
24	0.4	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.5
25	-	-	-	-	0.0	-	3.0	-	-	-	-	-
26	-	-	0.0	-	-	-	0.1	-	0.0	-	-	-
27	-	-	1.8	-	1.5	-	1.7	8.4	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0
29	-	0.0	-	0.0	-	1.5	-	-	-	-	8.5	-
30	-		-	2.2	-	-	-	4.7	-	-	-	-
31	0.0		-		4.9		-	-		0.5		-

Таблиця В.2 – Добові суми опадів, мм,  
метеостанція м. Сімферополь, 2005 рік (Варіант № 2)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	-	-	-	0.3	-	-	0.8	-	8.5	-	-	2.2
2	-	0.0	-	6.9	-	1.0	-	-	-	-	-	0.4
3	0.4	0.9	-	0.0	-	2.5	-	-	-	-	0.1	0.0
4	3.1	10.9	-	-	-	26.6	40.4	-	1.6	-	-	4.6
5	0.0	3.3	-	-	0.0	-	0.6	0.3	1.9	-	0.0	0.0
6	-	0.9	0.0	-	-	-	1.8	-	3.4	-	3.8	-
7	-	1.6	0.2	-	-	-	-	-	1.0	-	1.7	-
8	0.1	1.9	0.0	0.0	-	-	-	-	-	0.0	4.1	-
9	2.0	0.0	-	0.3	-	-	-	-	-	0.0	-	-
10	2.6	3.2	-	-	-	1.9	-	-	0.1	0.0	-	-
11	0.3	0.8	-	-	-	-	-	-	-	0.4	-	0.7
12	0.0	7.9	0.0	-	-	1.2	-	0.0	2.3	2.2	-	0.7
13	1.1	4.4	-	-	-	1.4	1.2	-	0.3	4.2	0.4	0.0
14	-	3.1	-	6.0	0.0	-	0.0	-	1.0	0.5	-	0.0
15	0.0	0.0	0.0	-	0.0	-	-	-	-	1.1	0.4	-
16	-	1.6	0.6	-	0.8	-	-	-	-	18.4	0.3	0.0
17	-	0.2	1.3	-	0.4	0.8	-	-	-	3.2	0.0	1.6
18	0.0	1.1	1.0	-	7.4	24.1	-	-	-	2.0	0.6	8.0
19	1.5	0.5	0.4	-	0.8	0.0	0.0	-	-	-	0.2	0.2
20	0.5	0.8	0.4	0.0	2.8	0.4	-	-	-	-	1.1	0.0
21	0.2	0.2	0.7	11.8	-	-	0.0	3.7	-	-	0.0	-
22	0.0	-	0.0	-	-	5.9	0.6	-	-	-	-	0.0
23	-	-	0.0	-	-	2.1	-	-	-	-	-	-
24	-	0.0	0.6	-	0.0	-	-	-	-	0.0	-	0.0
25	-	-	0.0	-	-	5.5	-	-	-	0.0	-	0.0
26	-	0.0	0.8	-	0.0	4.3	0.0	-	2.6	-	2.2	-
27	-	1.3	0.4	0.0	5.5	-	0.1	-	-	-	0.1	-
28	0.4	0.8	-	1.9	0.0	-	-	-	-	-	0.1	-
29	2.6		-	0.3	1.6	-	0.0	-	0.0	-	0.1	-
30	4.8		0.4	14.3	-	-	-	-	-	-	0.9	0.2
31	-		-		0.1		-	-		-		0.0

Таблиця В.3 – Добові суми опадів, мм,  
метеостанція смт Почтове, 1979 рік (Варіант № 3)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	24.1	4.9	-	-	-	-	-	-	1.7	-	2.8	14.6
2	2.7	-	-	2.1	0.3	-	-	-	-	-	0.0	0.0
3	5.5	-	-	7.3	0.4	-	-	-	-	-	-	1.2
4	11.2	0.7	-	4.6	-	-	-	-	3.8	-	-	-
5	21.3	17.5	-	0.0	-	-	2.9	-	0.0	-	-	5.4
6	9.1	7.1	-	-	-	-	-	-	-	2.8	0.0	0.4
7	0.2	9.0	-	-	-	-	2.0	-	-	-	0.6	0.3
8	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	9.2	0.0
9	-	0.3	-	2.2	-	-	-	-	0.9	-	-	0.7
10	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	6.6	0.8	3.2	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-
12	0.4	-	-	0.0	0.4	-	8.2	-	-	3.1	-	6.1
13	-	0.0	0.3	-	-	-	0.1	1.8	-	-	1.7	2.6
14	-	2.2	2.6	0.0	22.6	-	2.0	-	-	-	0.6	0.0
15	1.9	2.2	0.0	-	0.7	-	-	4.7	-	-	-	-
16	3.2	0.7	-	0.1	-	-	4.8	-	27.5	-	-	-
17	-	0.0	-	0.0	-	-	4.3	3.7	9.3	-	-	0.0
18	-	-	-	0.0	-	-	-	-	0.8	-	-	-
19	1.0	0.0	-	1.1	0.1	-	-	-	-	3.4	-	0.0
20	-	1.4	-	0.4	3.1	0.0	-	-	-	1.1	1.7	0.0
21	0.8	0.0	1.8	-	0.1	-	-	-	-	-	0.3	-
22	0.0	1.4	2.5	-	15.2	16.2	-	-	-	0.0	-	-
23	-	0.0	-	-	3.9	5.0	-	0.0	-	5.2	0.4	-
24	3.8	0.4	-	-	-	0.0	0.5	-	-	0.3	0.0	-
25	-	0.4	0.6	-	3.7	-	0.0	1.5	-	5.3	-	0.4
26	-	0.0	0.9	-	-	-	0.3	-	-	0.0	-	3.4
27	0.0	-	-	-	0.0	-	-	-	0.0	-	4.0	4.6
28	0.0	-	2.2	-	0.8	-	10.3	-	-	-	6.5	0.5
29	-		3.7	-	-	1.5	0.3	-	-	-	0.4	-
30	2.6		-	-	-	0.5	0.0	13.5	-	-	9.8	-
31	-		0.3		-		-	0.4		5.1		3.3

Таблиця В.4 – Добові суми опадів, мм,  
метеостанція с. Фруктове, 1997 рік (Варіант № 4)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	0.7	-	-	-	-	-	-	0.8	3.2	22.2	-	-
2	7.3	7.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0.4	0.5	-	6.2	-	-	-	25.1	-	10.7	-	7.4
4	0.3	-	1.1	28.6	1.7	-	-	4.3	-	-	2.2	11.4
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.9	-	1.5
6	-	1.0	0.6	7.7	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	1.2	-	6.8	-	-	0.3	9.9	-	-	-	-
8	-	-	3.9	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-
9	8.7	-	-	3.8	-	13.8	1.1	-	-	-	-	-
10	-	-	14.5	0.7	-	1.0	-	4.8	3.7	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	10.1	0.3	-	-	-
12	-	-	-	3.5	-	-	-	4.6	17.4	0.7	-	-
13	-	-	-	3.2	-	0.3	-	0.6	-	28.8	-	1.4
14	-	11.8	-	0.3	-	-	16.3	-	-	-	-	4.9
15	-	3.4	-	8.8	-	-	29.2	-	-	4.4	-	-
16	-	-	0.5	0.6	-	-	-	-	-	23.8	-	-
17	-	4.2	6.6	0.4	-	3.1	1.2	-	-	-	8.9	0.2
18	-	-	2.9	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	0.7	-	-	11.4	-	-	-	-	16.1	-
20	-	-	6.7	-	-	-	-	-	-	-	14.3	-
21	-	-	9.1	-	-	1.2	-	-	-	-	1.9	-
22	-	3.1	8.6	-	-	-	-	0.6	-	-	3.1	3.0
23	-	5.8	1.8	-	-	-	0.4	-	-	-	-	0.7
24	-	-	2.2	-	4.1	-	-	-	-	-	-	1.9
25	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	24.2	-	-
26	-	-	-	-	-	-	-	0.9	-	-	-	0.3
27	-	-	-	-	2.0	-	-	14.4	0.9	-	-	-
28	-	-	10.0	-	0.6	-	13.3	-	14.6	-	4.8	-
29	0.4		2.2	-	4.9	0.3	-	-	3.2	0.6	-	-
30	-		3.3	-	0.3	14.2	0.3	-	9.6	-	-	0.6
31	0.7		-		0.7		-	17.6		-		2.7

Таблиця В.5 – Добові суми опадів, мм,  
метеостанція м. Білогірск, 1986 рік (Варіант № 5)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	3.6	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	0.0	0.2
2	12.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-
3	0.0	0.7	0.2	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-
4	-	0.4	0.3	-	0.5	-	-	-	-	3.5	-	-
5	0.0	-	-	-	0.4	10.1	-	-	-	-	0.0	-
6	1.7	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	6.2	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	-
8	2.7	-	0.0	-	-	-	-	-	-	1.3	-	-
9	-	-	-	-	3.4	-	2.3	-	-	0.0	0.3	-
10	-	0.5	-	-	0.0	4.0	1.7	-	-	-	-	-
11	-	0.0	-	-	1.1	-	-	-	3.7	-	-	-
12	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	2.7	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.3
15	-	-	0.0	13.7	-	-	-	-	-	-	-	0.0
16	9.1	-	0.0	-	-	-	1.2	-	-	-	-	0.0
17	10.4	-	1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	3.7
18	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.7
19	2.1	5.2	0.0	-	0.3	-	-	-	1.0	10.4	-	-
20	1.4	12.2	-	0.0	0.0	-	-	-	-	0.5	-	2.8
21	0.8	5.8	-	22.1	0.3	-	-	0.4	-	2.6	-	2.3
22	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	3.7	-	0.0
23	-	-	0.0	-	-	2.4	-	-	-	-	0.0	8.5
24	-	1.4	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-
25	0.0	5.7	-	9.3	-	0.5	0.9	-	0.3	-	-	-
26	7.9	2.2	-	5.4	-	0.7	3.0	-	-	-	-	2.4
27	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	0.3
28	-	-	-	-	-	0.6	0.8	-	-	-	0.3	0.2
29	-		-	-	-	3.9	24.6	-	-	-	-	0.8
30	-		-	-	-	0.0	-	-	0.0	-	0.0	0.3
31	-		-		-		6.0	-		-		2.1

Таблиця В.6 – Добові суми опадів, мм,  
метеостанція м. Алушта, 1982 рік (Варіант № 6)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	-	9.5	0.0	-	-	-	-	5.8	-	-	-	0.0
2	-	3.6	0.0	-	-	-	-	1.2	-	-	-	0.0
3	1.6	2.9	-	0.0	1.3	-	-	27.2	1.5	-	-	0.0
4	0.0	0.0	-	0.3	-	-	11.7	4.3	-	-	-	-
5	-	-	-	0.0	-	-	-	0.5	-	-	0.0	-
6	-	-	-	0.3	-	-	6.9	1.6	-	-	0.0	-
7	0.3	-	0.0	0.0	-	-	0.1	-	-	-	0.0	-
8	0.5	-	0.0	-	-	25.0	0.7	0.0	-	-	-	-
9	0.5	0.4	0.0	-	-	-	16.7	-	-	-	-	0.0
10	11.2	0.1	0.0	-	-	-	-	-	0.0	-	0.0	-
11	-	-	-	-	-	3.6	-	-	0.0	1.3	-	-
12	3.2	-	-	-	-	-	-	0.0	-	1.9	-	-
13	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	-	0.0
14	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	2.2
15	-	-	-	-	-	0.6	15.6	-	-	-	-	5.8
16	-	-	0.3	-	-	-	13.8	-	-	0.0	0.8	0.4
17	-	-	0.0	1.1	0.3	0.0	5.8	-	-	0.9	-	-
18	-	0.0	-	6.3	-	0.0	10.8	-	-	0.3	-	0.0
19	-	0.0	-	0.1	0.0	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	0.0	0.0	6.1	-	-	-	-	-	0.0	-
21	-	-	1.5	7.7	-	-	0.7	-	-	-	-	-
22	0.0	-	0.3	6.0	0.5	-	-	-	-	-	-	0.0
23	0.0	-	0.0	0.0	-	0.8	-	-	-	-	-	0.1
24	-	0.0	0.0	0.9	-	-	-	1.5	0.0	-	-	0.1
25	0.0	-	-	-	-	0.6	0.0	0.0	-	-	-	0.0
26	-	-	-	-	-	-	0.9	0.0	-	-	-	2.3
27	0.4	-	-	-	-	-	-	35.7	-	-	-	1.2
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	2.3
29	1.7		-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	0.0
30	0.4		0.0	0.0	0.0	-	2.7	-	-	-	-	0.0
31	0.0		4.7		0.0		1.2	-		-		0.0

Таблиця В.7 – Добові суми опадів, мм,  
метеостанція м. Ялта, 2002 рік (Варіант № 7)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	14.1	-	-	-	-	0.5	0.3	-	-	0.4	0.6	-
2	-	-	-	-	-	1.1	0.7	3.3	-	43.2	4.1	-
3	2.3	-	-	-	-	-	-	3.6	7.2	-	1.4	0.1
4	5.7	-	0.5	-	-	11.3	-	16.4	-	0.1	5.4	-
5	0.3	-	-	-	0.7	5.9	-	1.8	0.0	0.7	10.4	-
6	-	-	-	14.8	6.8	20.4	-	1.2	0.0	-	3.9	-
7	-	-	-	2.7	-	0.0	-	4.7	-	-	1.5	11.1
8	6.2	-	0.3	9.5	-	-	-	28.1	12.8	2.4	0.9	-
9	-	0.5	-	15.8	-	-	-	3.5	0.0	4.5	0.1	-
10	1.1	-	1.7	-	-	-	-	-	-	-	9.4	-
11	-	-	3.1	-	-	1.6	-	-	1.6	-	0.8	-
12	-	-	-	-	-	6.6	4.9	-	0.0	-	10.5	0.6
13	-	2.1	-	2.0	-	-	-	0.8	-	-	0.5	-
14	1.1	0.6	-	0.8	-	-	-	-	26.0	-	-	6.5
15	3.2	0.6	-	-	-	-	-	-	21.1	0.5	-	4.0
16	5.3	-	-	-	-	-	27.9	-	86.5	3.4	-	-
17	6.8	-	-	-	-	1.1	1.1	3.1	10.1	0.4	-	0.3
18	0.6	-	0.8	-	-	33.2	-	14.8	7.5	-	-	0.6
19	0.3	-	-	2.2	2.4	0.7	-	9.0	5.5	-	-	10.1
20	5.9	0.4	-	-	-	-	-	-	0.3	7.2	-	-
21	2.8	-	11.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	11.5	2.3	4.7	-	-	-	-	2.1	-	0.1	-	0.9
23	0.1	-	-	-	-	-	23.7	-	-	0.0	-	2.3
24	-	-	19.0	-	-	-	3.0	0.0	-	27.1	0.7	5.5
25	-	7.2	23.4	2.2	-	-	-	-	-	14.7	0.3	0.5
26	0.3	-	17.5	-	-	-	-	-	2.6	0.3	0.4	-
27	-	2.7	2.2	-	-	-	-	-	-	16.3	0.3	-
28	0.6	-	7.2	-	1.4	-	-	-	-	9.7	-	-
29	1.4		2.9	-	-	-	-	-	-	16.2	-	-
30	-		1.0	-	0.3	-	-	-	-	24.3	0.3	5.5
31	-		-		0.5		-	-		26.6		4.0



Таблиця В.8 – Добові суми опадів, мм,  
метеостанція с. Щасливе, 1987 рік (Варіант № 8)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	0.0	-	0.0	-	1.8	-	-	-	1.8	3.3	0.0	-
2	0.0	-	3.2	-	7.1	-	-	-	-	0.4	-	-
3	6.4	-	13.2	2.2	-	-	0.0	0.0	-	-	0.0	-
4	0.1	-	4.7	0.0	-	-	-	-	-	-	0.1	-
5	-	-	2.3	-	0.7	-	-	-	-	-	-	-
6	1.5	-	0.3	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-
7	8.2	-	4.1	-	0.6	-	4.3	-	-	-	-	-
8	-	0.4	2.7	-	9.7	-	-	-	-	0.1	-	-
9	0.0	0.3	0.2	-	1.5	-	-	-	-	-	-	-
10	0.6	0.0	-	-	0.0	-	-	-	-	-	3.5	-
11	0.0	-	-	-	1.5	-	-	0.0	-	-	5.4	-
12	5.8	-	-	16.9	-	-	-	0.0	-	-	6.8	-
13	4.4	-	-	4.2	-	-	-	2.5	-	-	0.0	-
14	5.9	-	-	0.9	-	-	-	-	-	0.0	0.3	-
15	0.0	-	0.0	0.7	-	-	1.0	-	-	0.0	-	-
16	0.6	-	0.3	1.4	-	-	-	5.0	-	0.0	-	-
17	0.0	4.3	0.0	-	-	-	-	8.2	-	0.0	0.3	-
18	-	0.1	-	0.0	-	-	-	1.6	-	-	-	-
19	-	0.0	0.0	6.3	-	-	-	0.0	-	-	0.0	-
20	-	1.8	-	0.0	0.0	-	-	0.0	0.4	4.9	3.8	-
21	1.3	-	-	0.0	0.0	-	5.6	-	0.8	1.9	-	-
22	0.6	-	-	3.0	0.5	-	-	0.5	-	-	0.4	-
23	0.7	-	0.0	0.4	6.5	-	1.6	-	-	-	0.4	-
24	3.3	0.3	-	-	4.0	-	-	0.0	-	-	3.3	-
25	0.7	1.9	0.2	-	-	-	-	0.5	-	-	0.1	-
26	0.6	0.0	0.3	0.0	0.0	-	-	-	-	0.0	-	-
27	2.5	-	0.0	-	-	-	-	-	-	0.8	0.1	-
28	2.7	0.0	0.4	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-
29	11.4		-	-	-	-	0.0	-	0.0	0.8	-	-
30	2.8		-	0.0	-	-	-	-	2.3	3.0	-	-
31	-		-		6.3		-	-		2.8		-

Таблиця В.9 – Добові суми опадів, мм,  
метеостанція с. Многоріччя, 2002 рік (Варіант № 9)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	14.1	-	-	-	-	0.5	0.3	-	-	0.4	0.6	-
2	-	-	-	-	-	1.1	0.7	3.3	-	43.2	4.1	-
3	2.3	-	-	-	-	-	-	3.6	7.2	-	1.4	0.1
4	5.7	-	0.5	-	-	11.3	-	16.4	-	0.1	5.4	-
5	0.3	-	-	-	0.7	5.9	-	1.8	0.0	0.7	10.4	-
6	-	-	-	14.8	6.8	20.4	-	1.2	0.0	-	3.9	-
7	-	-	-	2.7	-	0.0	-	4.7	-	-	1.5	11.1
8	6.2	-	0.3	9.5	-	-	-	28.1	12.8	2.4	0.9	-
9	-	0.5	-	15.8	-	-	-	3.5	0.0	4.5	0.1	-
10	1.1	-	1.7	-	-	-	-	-	-	-	9.4	-
11	-	-	3.1	-	-	1.6	-	-	1.6	-	0.8	-
12	-	-	-	-	-	6.6	4.9	-	0.0	-	10.5	0.6
13	-	2.1	-	2.0	-	-	-	0.8	-	-	0.5	-
14	1.1	0.6	-	0.8	-	-	-	-	26.0	-	-	6.5
15	3.2	0.6	-	-	-	-	-	-	21.1	0.5	-	4.0
16	5.3	-	-	-	-	-	27.9	-	86.5	3.4	-	-
17	6.8	-	-	-	-	1.1	1.1	3.1	10.1	0.4	-	0.3
18	0.6	-	0.8	-	-	33.2	-	14.8	7.5	-	-	0.6
19	0.3	-	-	2.2	2.4	0.7	-	9.0	5.5	-	-	10.1
20	5.9	0.4	-	-	-	-	-	-	0.3	7.2	-	-
21	2.8	-	11.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	11.5	2.3	4.7	-	-	-	-	2.1	-	0.1	-	0.9
23	0.1	-	-	-	-	-	23.7	-	-	0.0	-	2.3
24	-	-	19.0	-	-	-	3.0	0.0	-	27.1	0.7	5.5
25	-	7.2	23.4	2.2	-	-	-	-	-	14.7	0.3	0.5
26	0.3	-	17.5	-	-	-	-	-	2.6	0.3	0.4	-
27	-	2.7	2.2	-	-	-	-	-	-	16.3	0.3	-
28	0.6	-	7.2	-	1.4	-	-	-	-	9.7	-	-
29	1.4		2.9	-	-	-	-	-	-	16.2	-	-
30	-		1.0	-	0.3	-	-	-	-	24.3	0.3	5.5
31	-		-		0.5		-	-		26.6		4.0

Таблиця В.10 – Добові суми опадів, мм,  
метеостанція м. Сімферополь, 1998 рік (Варіант № 10)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	1.5	0.6	-	-	-	1.4	-	-	0.0	2.4	3.7	0.4
2	0.8	-	1.2	-	-	3.5	-	-	5.1	0.0	0.8	2.1
3	-	1.9	-	-	1.3	-	-	-	-	2.4	-	6.0
4	-	0.4	-	-	0.1	-	-	-	-	1.7	-	-
5	2.4	0.1	-	-	2.9	13.7	1.6	2.1	-	3.3	-	9.8
6	4.7	9.7	7.7	-	-	0.3	-	-	-	-	0.5	0.0
7	11.2	0.0	-	-	-	2.2	17.9	-	-	0.5	0.3	2.1
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.9
9	2.3	-	0.4	-	-	12.5	-	-	-	-	4.0	1.8
10	9.9	-	0.4	-	-	13.3	22.0	0.0	-	-	0.4	6.5
11	0.0	-	0.0	0.0	-	-	3.5	-	-	-	-	13.2
12	4.1	0.0	4.7	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0
13	-	18.8	-	-	10.0	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	1.9	-
15	0.0	19.6	12.8	-	1.4	0.0	-	-	-	0.4	-	-
16	-	-	-	-	0.0	-	-	-	4.5	5.9	4.9	-
17	0.0	11.2	-	-	4.4	-	1.6	-	-	-	12.9	0.3
18	0.6	0.0	0.3	-	-	-	1.2	-	-	-	1.4	-
19	0.3	-	8.0	0.7	-	0.7	-	-	-	-	2.4	-
20	0.0	-	1.7	5.1	-	0.8	-	-	-	-	-	-
21	0.0	-	-	0.0	-	6.0	-	-	-	1.4	4.3	-
22	-	-	0.4	-	-	-	-	-	1.7	-	-	12.6
23	-	-	3.6	1.4	-	-	-	-	0.1	-	-	1.2
24	0.4	-	8.3	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0
25	0.5	1.2	10.4	-	17.8	7.4	-	-	-	-	1.7	-
26	1.8	-	0.0	-	7.3	12.2	-	2.1	-	1.0	-	-
27	0.7	-	0.5	-	7.2	1.4	8.4	-	-	25.4	-	-
28	0.0	-	1.9	-	-	-	1.8	-	-	0.3	-	-
29	0.3		-	-	1.8	-	-	-	0.0	-	-	-
30	0.9		0.5	-	24.3	-	-	0.0	0.0	-	-	0.1
31	0.9		-		-		1.2	-		-		-

## Додаток Г (Середньодобові температури повітря)

Таблиця Г.1 – Середньодобові температури повітря, С°,  
метеостанція м. Мелітополь, 2000 рік (Варіант № 1)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	-2.7	4.6	2.3	11.3	20.5	21.8	23.0	22.3	17.0	12.5	5.4	1.3
2	-4.8	4.9	-0.7	12.2	20.0	22.7	24.1	22.9	18.3	7.8	7.7	-3.1
3	-4.5	3.5	-2.6	14.8	13.9	23.4	23.8	23.1	19.7	9.7	7.9	-3.5
4	-1.2	0.7	-2.5	13.7	15.2	24.4	24.1	24.1	19.5	14.4	6.5	-2.9
5	0.5	-0.4	-0.6	11.1	14.6	25.2	22.5	20.6	20.0	15.4	5.7	-3.6
6	2.6	2.7	3.8	10.8	13.2	22.7	23.6	19.1	19.3	18.8	7.3	-5.7
7	2.8	3.2	6.9	11.5	11.9	17.0	24.2	19.7	20.4	16.9	6.6	-0.9
8	2.6	7.9	6.3	15.2	13.1	15.6	23.5	17.9	15.2	15.1	5.7	0.5
9	1.9	7.3	8.3	16.0	15.5	17.2	23.4	18.2	16.3	17.5	6.8	1.3
10	1.0	9.2	10.7	18.1	14.3	21.5	23.4	19.6	19.8	15.2	6.9	0.7
11	2.7	11.2	12.2	15.2	15.9	20.8	23.6	20.6	21.8	11.2	6.8	-0.2
12	3.9	11.9	3.0	16.4	17.3	16.8	23.3	22.2	20.7	15.0	2.6	-1.8
13	2.8	6.7	-0.2	18.5	18.8	18.3	23.2	23.5	21.3	10.5	-0.6	-6.8
14	4.6	1.9	2.0	9.9	20.6	18.7	23.0	18.2	20.0	10.2	-3.4	-7.2
15	1.2	-1.1	1.2	8.3	21.1	19.2	24.2	17.9	17.2	12.0	-4.1	-4.5
16	2.2	-4.3	2.4	9.0	21.0	19.3	25.3	18.1	17.7	11.9	-2.3	-4.1
17	1.2	-4.3	3.9	7.9	23.2	19.6	25.3	18.9	18.7	11.8	-2.9	-3.6
18	3.8	-6.6	4.9	7.1	21.4	17.8	25.4	19.9	20.8	12.8	-0.8	0.5
19	4.9	-6.6	5.2	8.8	20.5	19.2	25.2	22.8	20.7	12.8	-4.5	-1.0
20	2.2	-4.4	5.5	11.2	21.3	19.6	25.4	23.3	18.5	10.5	-6.2	0.1
21	-0.2	-1.0	7.6	12.3	21.5	21.8	20.7	21.7	18.7	11.7	-3.8	2.2
22	1.3	-2.5	11.4	12.9	21.3	17.9	17.7	20.6	19.4	9.4	-1.8	0.5
23	5.6	-6.1	12.9	12.7	21.7	16.1	17.3	19.3	16.2	5.5	-2.8	4.7
24	2.9	-6.1	8.7	13.5	20.6	16.8	17.7	20.1	14.8	4.5	-2.9	1.6
25	-2.8	0.5	12.1	15.1	21.0	19.8	20.0	19.6	13.9	5.0	-3.6	2.5
26	0.3	-0.2	17.2	16.2	21.8	22.3	18.5	21.8	15.8	6.2	-0.6	5.2
27	2.4	2.4	13.6	19.8	17.0	22.5	21.2	20.7	13.7	6.9	3.9	3.8
28	8.0	0.4	9.8	18.1	19.3	23.5	23.3	20.0	14.6	8.7	10.3	3.3
29	6.8	0.2	9.8	18.9	18.9	21.8	24.2	20.4	16.5	6.3	8.3	5.4
30	7.6		13.0	19.7	20.3	21.1	22.9	18.8	16.9	9.0	4.5	3.0
31	8.1		10.7		19.9		23.2	18.7		4.5		5.2

Таблиця Г.2 – Середньодобові температури повітря, С°,  
метеостанція м. Сімферополь, 2005 рік (Варіант № 2)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	-6.8	0.5	-13.5	4.2	8.6	17.3	16.8	24.4	19.5	6.8	11.5	-1.1
2	-4.1	3.5	-8.7	0.1	10.6	18.6	18.0	22.0	19.6	8.5	14.7	-3.8
3	6.1	3.7	-9.7	7.8	12.2	18.5	17.8	21.6	20.7	12.7	14.9	-2.8
4	1.0	-3.0	-5.2	9.2	15.8	16.8	15.6	21.0	18.2	14.4	7.2	4.1
5	0.7	-7.7	-3.8	8.9	15.0	18.0	15.7	21.8	16.2	12.5	5.8	9.6
6	8.7	-7.8	-7.3	13.4	17.4	17.4	17.0	21.5	14.7	12.9	13.2	8.5
7	8.4	-6.8	-9.6	19.3	19.2	17.2	16.2	21.8	13.6	11.4	13.2	7.7
8	5.3	-5.5	-10.6	16.3	18.7	19.9	18.2	24.2	12.2	12.6	5.7	4.9
9	9.8	-10.1	-9.9	14.5	18.5	20.8	18.0	21.7	13.0	14.0	3.2	4.2
10	0.8	-2.7	-4.3	16.9	20.8	18.7	16.8	20.7	12.7	12.9	2.4	3.0
11	-2.1	6.4	-6.8	13.4	15.7	18.3	17.0	20.7	13.1	10.8	4.5	2.3
12	-7.0	3.1	-6.5	7.9	24.2	15.9	16.7	22.4	12.1	10.4	8.7	2.4
13	-8.3	1.1	-4.8	6.3	21.0	16.6	17.2	24.2	12.9	9.8	7.5	-1.0
14	-8.6	-6.6	-0.9	5.1	20.7	16.7	19.2	23.2	11.5	11.0	9.0	-2.4
15	-10.0	-11.7	0.5	5.3	19.6	17.4	19.5	21.4	12.8	10.0	8.5	-0.2
16	-12.1	-8.4	8.6	9.0	17.7	18.8	19.2	22.0	12.1	11.4	1.4	3.5
17	-7.2	-11.1	6.2	11.5	18.0	17.8	20.2	23.2	13.6	10.8	-0.2	3.5
18	-3.2	-5.8	8.5	10.3	17.2	17.7	20.6	25.7	15.0	6.4	-0.8	0.7
19	-3.4	-12.9	3.7	8.1	18.1	14.4	19.3	23.8	13.0	4.9	-1.0	-7.1
20	2.3	-14.5	1.5	6.0	13.2	14.1	22.5	22.6	13.6	7.7	-0.8	-2.1
21	-3.5	-15.8	0.7	7.9	19.2	16.5	22.2	14.1	16.1	6.8	-0.7	-1.3
22	-4.9	-12.3	2.2	9.3	13.1	15.2	22.1	19.0	17.3	7.7	-1.4	-2.0
23	4.0	-10.8	-0.3	9.4	19.6	17.9	18.8	19.6	19.4	5.3	-1.0	-2.6
24	9.3	-10.8	-0.8	10.9	18.9	17.2	19.0	19.4	15.1	4.2	-1.6	-4.9
25	8.6	-14.5	0.7	12.4	18.9	16.4	17.9	20.7	11.8	5.1	6.2	-2.6
26	0.3	-13.5	1.8	8.6	19.8	16.6	18.9	20.6	12.7	5.0	8.5	-1.3
27	7.2	-11.8	3.1	10.3	16.3	18.8	18.2	20.6	8.0	4.7	7.8	5.5
28	8.8	-13.0	7.7	13.0	15.7	18.6	21.6	21.9	8.4	7.4	8.9	4.4
29	1.8		2.5	4.7	13.0	16.6	19.2	22.8	24.3	13.4	5.8	6.8
30	-2.8		5.2	8.8	16.0	17.9	22.3	22.6	10.0	1.9	-1.0	5.3
31	-1.7		3.3		19.1		24.9	21.6		1.6		11.4

Таблиця Г.3 – Середньодобові температури повітря, С°,  
метеостанція смт Почтове, 1979 рік (Варіант № 3)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	10.0	5.6	1.6	11.0	15.0	21.6	21.2	19.6	15.3	14.4	5.3	8.6
2	8.0	2.3	3.1	7.8	14.4	24.0	21.4	21.3	17.2	8.9	-2.8	8.4
3	-2.0	5.6	2.6	13.2	14.3	21.0	20.6	24.0	16.8	8.8	-3.9	8.2
4	-8.4	8.7	3.7	9.5	15.3	17.4	20.4	23.6	16.9	4.5	-4.3	6.8
5	-4.0	8.4	3.8	10.0	14.5	16.6	18.6	25.4	16.6	8.5	-0.9	6.0
6	-7.8	10.5	2.0	12.6	16.1	14.9	16.9	21.6	16.7	8.6	8.0	5.0
7	-16.3	4.3	1.2	14.1	16.2	16.4	16.4	19.5	17.9	4.6	15.9	5.0
8	-16.7	-2.2	0.9	12.3	18.2	16.8	17.6	19.0	16.0	6.7	5.6	7.0
9	-4.6	-0.2	2.0	9.9	17.5	18.5	18.4	20.7	14.4	10.7	8.3	8.8
10	1.5	2.9	3.6	7.5	16.4	18.8	19.7	22.0	16.2	10.8	11.8	8.5
11	5.3	3.6	5.0	6.7	14.5	18.3	19.9	22.9	15.5	11.7	11.2	10.5
12	9.3	0.0	5.0	6.1	16.9	19.6	18.3	22.2	17.9	12.8	10.6	12.5
13	9.0	12.8	5.1	5.9	15.4	18.5	19.0	19.4	17.6	13.0	12.9	6.4
14	8.1	9.5	8.4	4.4	15.6	18.6	19.9	19.7	17.2	13.4	9.2	-5.3
15	7.0	8.6	11.8	4.9	14.9	19.8	19.7	18.8	16.7	12.5	8.2	-2.1
16	3.1	0.1	11.0	8.0	17.2	20.4	17.4	20.1	12.7	13.4	9.4	3.4
17	4.1	-4.8	12.6	8.8	18.8	21.2	18.1	18.1	9.7	13.4	9.3	8.6
18	8.4	1.3	10.1	13.0	17.6	22.2	18.4	20.2	11.1	13.6	7.0	6.0
19	0.9	0.0	11.2	4.4	16.2	22.7	19.2	21.5	14.6	13.3	12.9	4.4
20	2.5	-6.3	11.6	1.7	16.2	23.3	19.7	22.6	16.5	8.7	11.7	7.4
21	-0.3	-3.6	11.8	3.3	16.2	25.5	21.1	23.4	16.6	6.8	9.6	7.0
22	-2.8	-3.0	11.4	6.3	14.6	21.9	21.2	24.8	17.0	7.8	8.0	3.0
23	0.6	2.3	10.5	6.0	18.6	18.0	22.0	24.6	17.3	9.6	8.1	2.2
24	1.3	-2.8	6.6	7.3	17.7	19.4	22.4	25.7	18.6	6.0	7.7	-1.0
25	4.6	-4.0	6.2	8.7	16.9	20.1	20.4	23.8	19.7	2.5	7.0	-2.3
26	10.5	-5.5	3.3	12.3	18.7	20.9	19.1	23.5	18.6	0.0	7.0	-2.6
27	10.9	-3.0	3.0	16.3	19.4	20.2	18.1	23.6	19.4	0.0	8.2	-1.7
28	10.6	-0.8	7.6	20.2	21.0	21.1	17.5	21.6	16.6	1.5	7.7	-1.5
29	12.4		13.2	19.4	20.0	19.3	16.3	19.2	14.5	3.4	2.5	0.0
30	13.1		16.3	17.5	20.7	21.6	17.2	16.9	15.4	9.4	2.9	0.8
31	7.1		14.1		21.4		18.5	14.5		15.3		3.7

Таблиця Г.4 – Середньодобові температури повітря, С°,  
метеостанція с. Фруктове, 1997 рік (Варіант № 4)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	2.9	3.4	3.1	9.0	10.2	14.0	23.9	23.0	19.1	14.1	4.2	4.9
2	3.8	-1.7	2.8	9.4	11.9	15.5	23.9	23.8	15.5	12.0	5.9	7.8
3	0.6	-6.5	3.9	9.0	11.5	17.6	23.4	22.1	15.2	15.6	6.9	11.1
4	2.3	-8.3	5.7	7.9	13.3	15.6	22.9	21.3	13.8	12.0	7.4	11.9
5	8.4	-4.2	5.4	7.1	15.6	16.1	23.6	22.2	14.2	12.1	1.6	8.6
6	2.9	3.9	2.4	4.6	16.6	18.4	24.1	23.0	15.1	14.4	4.0	6.5
7	-1.3	1.2	4.3	3.3	17.6	17.5	27.5	22.7	15.1	12.5	7.3	2.3
8	2.6	0.6	5.0	4.2	20.3	19.4	24.2	22.7	16.2	15.8	14.4	2.2
9	1.9	5.0	3.2	2.2	25.3	20.3	22.4	23.1	17.0	15.3	15.4	0.5
10	1.2	2.5	4.9	2.0	16.9	19.3	22.5	21.3	18.8	16.8	11.3	-0.5
11	5.9	5.6	4.2	5.4	17.4	21.1	22.5	22.0	17.4	19.5	11.2	5.0
12	2.4	6.3	3.7	7.1	20.0	20.1	21.7	20.9	15.6	17.9	13.3	8.7
13	-0.6	7.0	5.1	5.5	19.4	20.2	21.3	20.5	16.5	18.6	10.3	9.9
14	1.2	9.1	4.9	8.0	17.9	20.6	20.6	21.1	16.0	15.5	9.4	8.4
15	2.8	7.0	6.2	5.6	17.0	21.1	19.4	21.6	16.9	19.6	12.1	4.1
16	3.8	8.2	7.0	8.8	17.9	20.5	20.4	22.4	15.5	15.4	10.6	-4.5
17	2.5	1.9	1.8	8.9	17.7	21.0	19.5	21.7	15.6	11.7	11.4	-10.7
18	3.1	-0.6	-0.4	6.7	18.9	20.1	20.9	20.7	15.0	10.1	10.5	-7.4
19	5.3	0.4	0.1	9.1	17.1	20.1	21.5	19.4	16.7	7.9	9.4	-3.7
20	5.5	0.2	5.6	9.5	17.6	20.4	23.4	18.8	15.8	8.9	8.2	5.4
21	3.9	-1.2	2.9	9.7	18.0	21.2	21.4	20.7	14.1	11.1	9.5	8.6
22	1.8	1.5	-0.9	11.1	21.5	19.9	21.4	20.8	12.6	11.0	10.5	10.1
23	3.8	3.3	1.9	13.2	20.5	20.5	20.7	20.7	13.0	10.3	8.2	9.4
24	6.8	2.5	0.5	8.2	17.7	20.8	21.0	20.9	13.6	12.0	7.6	5.7
25	3.2	2.7	0.8	9.8	17.8	22.1	21.5	21.4	12.8	10.0	7.9	3.5
26	-2.8	4.6	0.2	9.2	14.8	22.7	23.1	21.6	11.8	6.0	8.9	7.4
27	-4.0	8.0	-0.2	9.8	12.5	22.2	23.0	20.6	14.2	4.4	9.9	9.3
28	2.0	5.9	3.8	11.0	13.3	22.9	22.0	21.9	13.8	5.1	9.0	11.3
29	2.0		7.3	10.8	12.9	22.8	21.5	22.4	11.9	4.6	5.2	8.7
30	-3.8		7.9	9.4	13.6	21.8	22.0	25.4	12.7	3.8	4.6	8.0
31	-0.9		8.3		14.1		23.3	20.3		5.5		6.4

Таблиця Г.5 – Середньодобові температури повітря, С°,  
метеостанція м. Білогірск, 1986 рік (Варіант № 5)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	7.5	3.6	-9.3	10.2	15.7	20.9	21.4	21.7	17.9	9.1	8.8	0.3
2	8.4	-4.6	-4.7	11.0	15.4	21.3	22.2	23.2	18.4	7.4	7.4	2.4
3	5.6	-9.4	-0.6	9.4	10.7	21.2	23.2	23.8	20.1	7.8	8.2	2.2
4	7.3	-11.1	-1.1	9.6	8.9	20.2	23.6	24.6	17.9	12.3	6.2	4.4
5	3.2	-10.7	0.4	7.7	9.2	18.8	25.0	24.4	20.7	8.1	1.0	8.6
6	3.8	-8.3	-0.4	10.1	6.8	20.5	23.5	24.4	15.6	6.2	3.6	8.0
7	4.1	-4.0	0.1	10.2	6.7	22.4	23.4	25.0	15.7	8.3	5.6	4.2
8	7.6	-2.5	1.1	10.5	9.1	22.1	25.5	25.7	16.6	13.3	2.6	-1.1
9	1.6	-1.3	1.1	11.2	9.8	22.0	21.7	24.9	18.0	10.9	2.5	-1.1
10	-1.3	-1.8	1.1	11.5	11.0	21.1	19.1	26.0	20.7	8.2	2.4	-2.2
11	-2.5	-1.0	1.2	11.9	11.5	23.4	19.7	26.1	21.0	7.3	2.6	-2.1
12	1.5	-2.7	-0.2	13.8	12.2	23.2	20.9	24.2	21.0	10.4	2.6	-2.9
13	-0.5	-2.2	-0.1	15.5	11.4	24.1	20.9	24.0	19.4	6.2	6.2	-3.3
14	-0.6	-2.7	-0.3	15.5	15.2	23.6	21.6	25.8	21.8	6.8	1.1	0.4
15	5.0	-3.7	-1.0	7.7	15.1	23.3	22.7	22.8	22.3	6.3	-0.6	-2.0
16	5.6	-6.1	0.4	7.4	14.6	24.1	18.8	20.3	20.0	8.2	-0.7	-1.9
17	0.8	-3.1	2.0	7.7	14.8	23.5	21.4	20.1	21.7	8.2	-0.5	-1.3
18	4.0	4.4	0.0	7.9	15.1	20.7	22.4	26.2	21.9	9.6	-0.4	-0.5
19	-5.5	8.3	0.2	11.1	17.2	19.7	21.9	21.6	16.9	11.7	1.1	-4.3
20	-1.4	0.9	0.6	11.2	16.6	18.9	23.2	25.1	11.6	12.8	5.3	0.3
21	2.6	1.7	0.6	9.5	17.6	20.6	22.6	23.0	11.9	14.7	5.1	1.5
22	1.6	2.0	2.6	10.9	19.0	21.1	23.7	19.3	16.4	11.6	4.5	2.0
23	3.8	5.7	1.4	9.8	17.0	19.5	24.7	19.0	18.5	10.0	4.0	4.0
24	0.8	5.5	1.8	9.4	17.1	16.8	24.8	22.3	17.7	14.6	3.7	0.1
25	10.3	-0.3	6.9	9.6	18.7	17.1	23.9	23.1	15.0	15.4	3.1	3.3
26	7.9	-5.6	12.7	10.8	18.8	16.9	19.6	24.0	10.1	9.4	1.2	-1.3
27	3.1	-10.0	11.4	10.1	18.0	16.5	18.7	18.1	11.2	3.2	-1.1	1.9
28	2.1	-10.6	10.0	11.0	17.7	16.6	18.9	20.0	11.9	8.0	2.6	-5.9
29	1.3		10.0	11.4	19.0	17.0	17.2	22.4	12.0	9.3	-3.6	-2.9
30	0.2		6.2	10.0	19.7	19.5	18.3	20.1	8.4	9.2	-5.8	0.5
31	0.2		7.2		18.8		18.3	20.1		9.3		1.2



Таблиця Г.6 – Середньодобові температури повітря, С°,  
метеостанція м. Алушта, 1982 рік (Варіант № 6)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	8.0	4.8	6.1	9.5	11.7	18.2	22.9	18.2	24.4	15.9	8.2	4.3
2	9.4	3.0	4.5	6.6	11.7	19.5	19.7	18.0	25.5	16.6	9.5	4.2
3	7.1	-0.5	3.7	7.4	12.5	18.0	19.6	19.6	22.4	14.9	13.5	0.6
4	5.6	-2.0	4.8	9.0	11.0	19.5	17.9	20.3	20.9	11.5	13.3	-1.7
5	6.7	-1.3	4.8	10.5	10.9	18.9	18.5	22.1	19.9	9.1	11.4	0.8
6	7.4	2.8	6.1	9.7	11.1	18.3	19.5	20.4	19.8	8.8	2.6	3.0
7	9.0	4.9	4.0	8.5	11.8	17.5	17.1	19.8	21.2	9.4	1.1	6.0
8	-3.0	6.1	0.5	7.7	12.8	17.2	16.8	21.4	23.3	11.5	2.5	6.2
9	-7.6	6.0	0.9	7.4	17.0	18.0	18.0	21.5	23.1	14.4	0.8	6.1
10	-3.4	-0.1	1.4	8.3	16.1	18.2	18.6	20.9	22.8	16.2	3.1	7.7
11	-2.9	-2.4	3.0	8.5	17.5	18.4	17.9	22.3	22.0	17.3	5.4	8.3
12	2.7	-0.4	5.4	8.3	17.3	16.9	18.8	24.3	18.4	14.4	6.7	8.8
13	0.2	0.7	5.2	8.2	18.1	17.2	21.0	20.8	17.2	14.2	6.1	7.3
14	-1.4	-1.8	5.2	8.6	15.7	18.6	22.9	20.7	18.0	15.5	5.7	8.9
15	3.4	-1.6	5.8	11.9	15.4	19.2	21.7	22.0	19.4	14.9	0.8	10.0
16	6.6	0.7	7.8	14.8	13.1	16.4	20.4	21.9	19.6	15.5	10.4	7.2
17	5.8	-0.4	6.9	12.6	14.6	16.8	20.8	22.4	20.3	16.2	11.4	11.0
18	0.6	-1.0	6.5	8.9	17.5	17.2	20.8	23.3	20.1	11.7	9.9	11.4
19	1.1	0.7	4.7	9.8	15.7	18.3	20.8	22.2	18.4	9.6	10.8	8.8
20	1.1	1.2	1.3	8.1	15.6	17.2	22.2	23.3	17.6	6.6	12.3	7.6
21	-0.1	2.8	2.6	8.4	14.6	18.4	22.7	23.3	17.9	5.3	10.4	7.2
22	-2.4	2.8	2.6	10.1	15.3	20.4	22.5	24.4	18.4	8.1	7.2	5.5
23	2.2	0.5	0.7	10.3	14.4	20.6	23.3	23.3	19.2	10.6	4.2	3.4
24	-3.3	0.7	-0.5	9.9	14.7	20.0	24.1	21.2	18.9	9.4	3.9	3.7
25	3.2	4.5	-0.8	7.9	14.0	22.3	23.8	21.4	19.4	10.6	3.2	4.3
26	2.7	7.4	1.7	8.4	18.4	22.0	23.1	21.9	19.4	11.0	3.2	5.7
27	4.2	7.5	6.6	8.0	19.0	21.6	21.0	21.9	16.5	11.5	4.8	4.0
28	6.1	6.8	8.4	10.3	20.0	21.8	21.6	22.0	15.9	12.4	5.0	3.9
29	6.0		8.0	11.8	20.2	21.6	22.6	23.2	19.7	10.8	6.2	6.0
30	6.1		9.8	11.9	19.8	22.7	20.4	24.0	16.2	9.0	4.5	3.9
31	5.5		11.1		20.6		18.4	23.7		11.8		1.5

Таблиця Г.7 – Середньодобові температури повітря, С°,  
метеостанція м. Ялта, 2002 рік (Варіант № 7)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	1.2	9.7	11.2	9.6	16.2	19.2	23.5	25.6	22.8	17.8	7.6	2.9
2	-0.7	8.8	8.6	13.9	17.4	17.9	25.1	26.6	23.1	15.0	11.1	2.4
3	-0.5	6.7	13.4	12.7	16.9	17.9	27.2	25.0	22.8	14.4	12.7	9.6
4	-1.3	4.8	9.5	7.2	16.5	17.1	27.7	24.1	23.4	15.4	8.8	11.0
5	-1.9	4.8	7.8	6.2	17.2	16.4	27.8	25.8	21.9	16.8	12.0	10.4
6	-1.4	5.7	6.9	8.9	14.4	15.7	27.5	25.6	22.7	17.0	10.9	9.8
7	0.7	6.7	15.1	8.5	14.4	18.4	28.4	23.4	22.3	18.5	8.9	5.2
8	-1.1	6.8	16.1	5.2	17.1	18.5	28.3	22.0	20.1	18.4	13.8	-1.1
9	-4.6	7.6	7.6	4.8	15.3	22.3	28.2	22.3	21.4	16.6	14.1	-4.3
10	2.6	8.0	6.6	6.4	15.0	21.0	28.7	22.9	22.1	13.9	12.8	-3.2
11	3.0	7.3	8.5	7.5	15.7	21.5	28.4	22.9	20.6	17.7	9.5	-0.7
12	3.8	7.7	10.5	8.6	17.4	20.1	29.7	23.6	20.4	18.5	7.7	-1.9
13	4.2	11.3	10.4	7.9	16.2	20.3	28.8	24.3	20.7	15.8	6.9	0.4
14	3.5	8.6	7.9	9.3	17.5	22.2	27.5	25.1	19.7	13.4	9.6	3.9
15	2.6	3.6	6.6	10.4	20.2	23.4	27.7	23.3	18.7	13.2	12.5	1.1
16	2.4	2.5	5.1	11.6	17.9	21.9	25.8	22.9	18.0	13.8	15.3	-2.6
17	3.5	4.9	5.1	14.1	17.1	21.4	25.5	22.2	17.0	14.7	14.8	-0.4
18	4.5	5.7	6.3	13.4	16.2	20.1	26.8	22.4	15.0	16.6	12.7	2.7
19	4.6	5.8	6.8	12.6	17.0	21.7	27.5	22.1	16.3	17.5	12.0	2.1
20	4.0	9.4	6.1	14.3	18.1	24.8	27.9	23.0	18.2	13.4	12.1	1.1
21	5.0	6.1	6.8	12.1	14.4	26.4	27.1	23.8	18.8	10.9	12.8	0.3
22	4.6	9.8	8.7	11.7	15.0	25.9	28.0	21.9	19.3	11.7	11.6	4.4
23	6.1	8.3	8.6	10.9	17.0	25.7	24.4	25.5	20.5	15.8	11.6	1.9
24	6.9	9.1	8.5	9.9	19.3	24.7	23.2	23.7	20.4	15.7	11.3	-1.2
25	8.6	8.3	8.9	13.1	18.1	24.5	23.3	23.7	22.5	13.9	11.4	-4.8
26	10.8	5.4	8.6	12.1	17.7	24.9	23.3	23.1	22.2	13.2	10.8	-1.7
27	6.9	4.9	7.5	8.9	21.0	23.4	25.1	23.5	21.9	11.8	9.9	0.7
28	9.1	7.9	5.6	10.2	20.6	24.4	26.2	22.6	20.3	13.3	10.2	4.7
29	9.0		5.8	11.7	17.7	25.0	26.4	22.5	18.0	8.6	10.4	6.5
30	13.3		7.4	14.7	17.8	24.7	25.5	23.5	17.9	6.8	8.4	9.5
31	9.7		7.7		18.3		26.0	23.0		9.6		10.5

Таблиця Г.8 – Середньодобові температури повітря, С°,  
метеостанція с. Щасливе, 1987 рік (Варіант № 8)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	5.1	-1.9	-1.1	6.2	12.7	14.8	22.7	22.6	17.9	12.7	8.2	7.8
2	6.9	1.3	0.1	8.3	10.3	16.6	22.1	22.4	15.7	13.1	7.4	9.1
3	6.4	-0.1	-0.2	7.7	9.3	17.4	23.6	23.0	15.7	11.2	7.2	8.0
4	2.2	-0.2	-2.4	6.9	8.5	15.3	24.2	22.0	16.4	11.1	7.2	6.1
5	-1.6	2.4	-7.6	5.5	9.7	15.2	23.0	21.5	19.8	13.8	6.2	4.8
6	-0.4	3.2	-4.2	6.6	11.4	14.2	22.9	22.3	16.9	13.2	7.1	4.3
7	3.4	2.9	-2.8	9.3	12.6	15.1	19.1	22.5	15.9	13.0	8.8	5.3
8	3.8	4.4	-1.3	10.0	13.0	15.8	21.6	21.4	16.8	12.3	9.1	7.1
9	1.7	2.3	0.2	7.5	10.7	16.1	23.4	24.0	17.6	12.2	10.0	4.3
10	-0.8	3.3	0.9	6.6	9.5	16.0	21.3	21.8	18.3	12.8	6.8	2.0
11	-0.2	3.7	-2.1	9.7	9.6	17.3	23.7	21.1	18.3	11.6	8.5	2.4
12	4.8	5.7	-4.4	7.3	9.7	18.6	23.5	22.6	17.3	10.8	9.2	3.5
13	6.1	7.0	-2.8	7.7	9.7	19.3	23.9	19.2	19.1	14.2	11.2	0.1
14	4.3	5.9	-1.3	6.2	11.2	18.4	24.6	20.4	20.7	13.9	12.3	2.2
15	6.0	4.8	-0.8	6.4	11.2	18.2	24.6	20.3	21.9	13.6	11.8	7.3
16	3.8	4.9	-0.3	6.8	13.2	18.6	23.1	19.3	21.9	13.7	11.4	7.9
17	4.2	6.8	2.3	9.1	14.5	19.5	22.7	18.1	18.8	15.2	11.4	6.5
18	4.1	6.9	1.0	9.3	16.7	21.5	22.6	16.9	15.2	14.7	9.8	4.7
19	1.7	6.4	2.9	4.9	18.6	18.7	24.4	16.6	15.3	13.0	8.2	3.7
20	2.7	5.8	3.8	6.9	16.4	17.1	24.7	17.9	19.6	14.2	7.0	5.9
21	3.2	6.2	4.5	6.9	14.7	16.9	23.3	19.3	16.4	13.5	5.8	6.0
22	-0.1	6.6	5.1	8.4	14.5	18.6	23.7	19.2	14.4	12.3	8.4	5.1
23	-0.7	6.4	5.2	9.5	12.3	18.7	23.6	20.0	13.4	10.4	10.5	2.8
24	-1.0	6.9	6.5	6.4	14.6	20.1	23.6	21.5	13.7	8.7	9.4	-3.6
25	-5.1	-2.9	7.3	8.2	18.5	20.1	23.9	19.7	14.1	7.7	7.3	-4.3
26	-1.4	-2.3	4.4	9.3	13.7	20.9	24.6	21.4	15.0	7.4	9.0	-1.7
27	3.2	-1.8	4.4	9.2	12.5	22.2	24.3	22.1	17.0	9.3	6.7	0.7
28	0.9	-4.1	5.7	8.8	13.9	22.9	24.6	21.4	18.5	5.7	6.9	4.3
29	3.0		6.3	8.6	16.5	25.6	24.9	21.3	17.1	5.4	8.6	4.9
30	-0.9		6.1	12.8	13.6	22.5	24.2	20.3	14.6	7.7	8.0	0.7
31	-4.5		5.5		14.5		23.4	19.0		7.9		7.9

Таблиця Г.9 – Середньодобові температури повітря, С°,  
метеостанція с. Многоріччя, 2002 рік (Варіант № 9)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	-8.3	1.4	5.5	3.7	10.1	9.6	15.4	19.3	14.7	10.9	-1.4	-3.7
2	-12.2	0.1	6.4	7.0	9.6	8.8	16.0	17.3	14.9	7.2	2.8	1.2
3	-10.2	2.0	8.4	5.7	9.3	9.5	18.4	16.2	14.9	4.7	4.0	4.6
4	-9.4	4.8	-0.7	0.4	8.0	8.4	19.1	16.0	14.0	5.6	1.3	7.4
5	-11.5	6.5	-6.5	-2.3	7.9	7.1	19.4	16.9	14.0	7.9	6.4	6.3
6	-10.8	4.5	6.0	2.5	6.2	8.3	19.7	17.3	13.8	7.4	6.5	6.2
7	-8.4	3.2	11.9	-2.3	7.0	10.7	19.5	15.5	13.5	11.7	6.1	1.3
8	-11.4	2.9	4.8	-4.9	10.8	13.9	19.0	14.6	12.7	8.2	8.0	-8.1
9	-13.6	1.4	-2.6	-3.9	6.1	13.3	20.2	13.7	12.6	7.1	8.2	-11.7
10	-7.1	-0.7	1.7	-3.4	6.8	14.3	21.8	14.6	12.5	5.1	10.0	-12.0
11	-6.0	2.5	3.1	0.6	8.9	15.3	21.5	17.1	1.0	10.9	-0.1	-11.1
12	-0.7	0.1	4.3	1.2	10.2	13.3	22.1	19.8	11.4	15.8	-0.8	-10.7
13	1.3	1.3	7.5	2.2	7.9	13.4	22.0	14.8	11.6	14.2	-2.3	-7.8
14	-3.9	-2.3	7.5	5.2	9.6	15.2	21.9	13.9	12.3	12.5	1.7	-4.3
15	-4.5	-7.2	6.8	6.5	12.0	14.6	19.7	13.9	9.5	11.8	8.2	-6.6
16	-4.5	-7.4	3.0	6.7	11.0	12.8	18.3	14.2	10.2	7.4	10.3	-10.5
17	-3.3	-3.3	-3.3	7.3	11.4	14.4	18.6	13.6	7.5	7.3	14.1	-7.5
18	-3.3	1.3	-2.9	6.4	12.3	10.1	19.0	13.6	6.6	12.0	15.7	-6.2
19	-3.8	3.7	-3.0	5.0	11.1	11.5	19.1	13.6	7.1	12.9	14.0	-5.7
20	-2.9	0.9	-0.5	4.7	9.2	14.7	21.2	13.4	9.2	5.5	11.0	-8.2
21	-3.9	0.2	-0.6	3.4	4.7	18.2	22.1	14.5	10.1	0.1	7.6	-8.6
22	-2.8	3.9	-0.6	2.7	5.9	18.2	18.9	13.9	11.0	2.7	7.9	-5.7
23	-1.5	4.2	-0.5	4.0	8.9	19.8	15.8	15.3	16.5	10.9	9.4	-8.7
24	2.7	5.8	0.6	4.6	11.2	17.5	12.1	15.0	18.3	11.1	5.6	-11.8
25	2.9	2.5	1.5	3.5	13.5	19.8	13.7	14.0	17.3	8.8	3.3	-16.5
26	1.7	-5.5	0.9	4.6	15.6	17.7	14.9	13.5	15.7	4.8	2.9	-10.7
27	1.2	-3.4	-0.6	5.8	15.7	14.1	16.8	14.5	14.8	4.7	4.0	-8.0
28	0.3	1.8	-3.4	8.0	13.6	14.9	19.3	13.3	10.0	4.6	5.8	-2.6
29	-1.0		-3.1	8.9	12.4	15.7	20.1	12.8	8.6	0.0	3.1	1.7
30	1.7		-0.9	9.5	11.5	16.3	21.2	13.7	9.5	-1.4	-0.8	3.2
31	0.1		1.3		9.7		20.6	13.2		0.5		2.1

Таблиця Г.10 – Середньодобові температури повітря, С°,  
метеостанція м. Сімферополь, 1998 рік (Варіант № 10)

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	-4.3	-8.6	1.1	1.3	6.9	12.5	18.9	23.2	10.0	7.2	2.1	-1.2
2	-5.7	-9.9	0.3	3.8	6.9	11.6	17.0	25.6	8.5	8.6	5.3	-3.3
3	-3.1	-3.0	-3.4	6.8	10.6	10.9	16.4	25.9	7.8	10.7	4.9	-2.8
4	-1.2	-3.1	1.1	7.7	15.6	12.9	11.8	24.4	5.4	10.4	8.8	-4.9
5	-0.5	-3.6	6.7	9.5	14.4	13.6	11.3	22.8	6.3	7.2	9.7	2.4
6	-1.6	0.0	4.0	13.4	10.1	14.5	11.3	22.3	7.6	7.4	5.8	4.8
7	-2.1	-6.9	-3.2	11.3	6.9	13.8	11.0	15.6	7.6	6.5	2.3	1.2
8	-3.4	-9.2	0.5	9.7	9.0	14.8	12.1	15.4	11.4	3.7	-2.8	-4.0
9	-0.8	-7.7	4.7	14.4	11.3	15.4	16.6	15.8	10.5	10.7	-3.1	-1.0
10	-5.6	-6.0	5.0	13.6	12.1	14.8	9.5	15.9	11.3	15.9	-6.4	-5.3
11	-8.9	-4.1	6.3	13.1	11.8	13.8	10.8	11.7	13.1	16.9	-4.1	-7.0
12	-4.0	-2.9	2.1	18.3	7.1	16.2	14.5	12.4	14.7	17.4	1.9	-9.1
13	0.4	0.0	-6.9	12.9	7.9	18.0	15.5	12.5	15.6	19.4	6.8	-5.5
14	3.1	-9.4	-5.0	7.9	9.4	18.0	15.5	13.0	17.0	16.3	3.8	-2.5
15	-1.0	-6.1	-5.0	6.2	4.6	13.6	18.3	13.8	17.6	12.9	2.8	-1.7
16	-1.6	-6.9	-7.2	3.3	5.6	13.1	20.0	14.2	11.3	9.4	2.9	0.1
17	-1.0	0.0	-7.2	7.7	7.5	16.8	16.3	12.4	10.2	6.7	-0.5	-1.8
18	-1.8	-9.4	-5.4	9.8	10.7	20.3	12.0	14.0	12.8	7.4	-4.2	-2.5
19	-2.2	-7.3	-8.0	8.4	9.5	15.8	14.6	16.7	15.1	9.5	-5.2	-0.4
20	-1.6	-0.6	-5.8	4.5	9.0	13.8	16.7	18.2	16.9	9.6	-4.1	1.5
21	0.9	3.1	-5.6	4.3	8.0	11.9	19.7	18.2	13.0	7.0	3.6	-0.4
22	1.7	4.8	-4.2	2.9	7.7	9.6	21.3	19.7	12.8	0.2	5.2	2.1
23	0.5	6.5	-7.5	1.0	8.2	12.9	21.0	18.2	11.4	3.6	5.4	-6.6
24	0.4	6.0	-7.8	3.1	4.9	14.7	21.8	13.3	9.9	5.1	5.6	-8.7
25	-2.2	1.4	-6.9	4.5	4.7	14.4	23.0	15.9	7.2	9.5	3.0	-6.4
26	-4.6	-8.3	-5.6	6.4	10.4	13.2	22.9	12.7	7.8	8.4	1.5	-6.8
27	-4.8	-5.1	-9.1	8.5	13.9	12.9	22.9	11.9	9.4	7.8	3.5	-4.1
28	-4.2	-1.7	2.5	7.5	12.7	12.1	22.9	15.0	13.1	2.9	3.1	0.7
29	-5.2		2.2	5.6	10.7	14.1	22.7	16.5	16.1	3.9	2.9	3.9
30	-10.5		0.1	6.4	12.2	15.7	22.1	15.0	15.0	5.8	2.5	-0.5
31	-8.2		-0.8		12.1		23.1	9.1		3.5		-3.2

**Додаток Д (зразок титульного аркуша КП)**

**ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА ГІДРОЕКОЛОГІЇ ТА ВОДНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

**КУРСОВИЙ ПРОЕКТ**

з дисципліни  
«Розрахунки стоку хімічних речовин і якості вод  
для управління водними ресурсами»

на тему: «АВТОМАТИЗОВАНЕ ОБЧИСЛЕННЯ СТОКУ ВОДИ ТА  
РОЗЧИНЕНИХ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН  
В ГІДРОСТВОРІ Р. \_\_\_\_\_ - ПУНКТ С. \_\_\_\_\_ ЗА \_\_\_\_\_ РІК»

Студента ІV курсу ПОФ, група ЕГ-43  
Спеціальність 101 «Екологія»,  
(РПД 3 «Гідроекологія»)

Іванова П.А.

Керівник проекту: Яров Я.С., ст. викл.

Національна шкала: \_\_\_\_\_

Кількість балів: \_\_\_\_\_

Шкала ECTS: \_\_\_\_\_

Члени комісії:

\_\_\_\_\_ Яров С.С.

\_\_\_\_\_ Пилипюк В.В.

\_\_\_\_\_ Гращенкова Т.В.

м. Одеса – 2020

## ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Яров Я.С., Гращенкова Т.В. Автоматизація обчислення стоку хімічних речовин: Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2017. 169 с.
2. Гриб О.М., Белов В.В., Отченаш Н.Д. Оцінка, прогноз та управління якістю водних ресурсів: конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2015. 121 с.
3. Іваненко О.Г. Автоматизовані методи обчислення добового стоку в гідростворах річок: Навчальний посібник. Одеса: «ТЕС», 1998. 58 с.
4. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів по вивченню дисципліни «Автоматизація обчислення стоку хімічних речовин» та виконанню курсового проекту. / Гриб О.М. / Одеса, ОДЕКУ, 2010. 64 с.
5. Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни «Автоматизація обчислення стоку хімічних речовин». / Гриб О.М. / Одеса, ОДЕКУ, 2010. 60 с.
6. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів заочної форми навчання по вивченню дисципліни «Автоматизація обчислення стоку хімічних речовин» та виконанню контрольної роботи і курсового проекту. /Белов В.В., Гриб О.М. / Одеса, ОДЕКУ, 2008. 56 с.
7. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. К. Ніка-Центр, 2001. 410 с.

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ ТА ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ  
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **«РОЗРАХУНКИ СТОКУ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН І ЯКОСТІ ВОД ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ»**

для студентів денної та заочної форми навчання  
спеціальності 101 «Екологія» (РПД 3 «Гідроекологія»)

Укладачі: Яров Я.С., Пилип'юк В.В., Гращенко Т.В.

Підп. до друку

Формат

Папір

Умовн. друк. арк.

Тираж

Зам. №

Надруковано з готового оригінал-макета

---

**Одеський державний екологічний університет**  
65015, Одеса, вул. Львівська, 15



