

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра екології та
охорони довкілля

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Аналіз часової мінливості показників якості вод р.Дністер
(м.Біляївка)»

Виконав студент 2 курсу групи МЕЕБ-61
спеціальності 101 – Екологія
Бородкіна Тетяна Анатоліївна

Керівник к.т.н. доц.
Юрасов Сергій Миколайович

Рецензент д.геогр.н., проф.
Лобода Наталія Степанівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та аспірантської підготовки
Кафедра екології та охорони довкілля
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 101 – Екологія
Освітня програма Екологічна безпека
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри екології та охорони довкілля

Сафранов Т.А.

«26» березня 2018 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Бородкіній Тетяні Анатоліївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Аналіз часової мінливості показників якості вод р. Дністер (м.Біляївка)»

керівник роботи Юрасов Сергій Миколайович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «02» листопада 2017 р. № 321-С

2. Строк подання студентом роботи «01» червня 2018 р.

3. Вихідні дані до роботи дані досліджень БУВР, нормативна та технічна література, архівні матеріали, результати спостережень СЕС «Дністер» м.Біляївка

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Фізико-географічна, метеорологічна, гідрологічна, гідрохімічна, гідробіологічна характеристика р. Дністер; характеристика водного режиму; характеристика режиму показників якості вод р. Дністер; особливості часової мінливості показників якості вод; врахування мінливості показників якості вод при оцінці якості вод; висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Рисунки – хронологічний хід показників якості вод р. Дністер; багаторічний та внутрішньорічний розподіл показників якості вод, зв'язок значень показників з мінералізацією.

6. Консультанти розділів магістерської роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	<i>Немає</i>		

7. Дата видачі завдання «26» березня 2018 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів магістерської каліф. роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	<i>Характеристика водного об'єкта</i>	26.03.18-		
	<i>(фізико-географічна, кліматичні умови</i>	31.03.18	50	2 (незадов)
	<i>гідрологічний режим)</i>			
2	<i>Характеристика водного режиму р.</i>	01.04.18-		
	<i>(витраті води, рівні)</i>	19.04.18	50	2 (незадов)
3	<i>Характеристика гідрохімічного режиму</i>	20.04.18-		
	<i>р. Дністер</i>	29.04.18	50	2 (незадов)
	<i>Рубіжна атестація</i>	30.04.18-	50	2 (незадов)
		06.04.18		
4	<i>Дослідження залежності показників</i>	07.05.18-		
	<i>якості вод від витрат води р. Дністер</i>	11.05.18	90	5(відмінно)
5	<i>Розподіл показників якості вод р. Дністер</i>			
	<i>(внутрішньорічний та багаторічний)</i>	12.05.18-	90	5(відмінно)
	<i>Розгляд особливостей мінливості</i>	16.05.18		
	<i>показників в якості вод р. Дністер у часі.</i>			
6	<i>Узагальнення оптимальних результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складення протоколу і висновку керівника.</i>	17.05.18- 24.05.18	90	5(відмінно)
7	<i>Підготовка заключної версії магістерської</i>	25.05.18-	90	5(відмінно)
	<i>роботи, презентаційного матеріалу та</i>	-01.06.18		
	<i>доповіді</i>			
	<i>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</i>		72,9	

Студент _____

Бородкіна Т.А.

Науковий керівник _____

Юрасов С.М.

АНОТАЦІЯ

Бородкіна Т.А. Аналіз часової мінливості показників якості вод р. Дністер (м.Біляївка)

Актуальність теми. У межах басейну річки Дністер мешкає понад 10 млн. осіб, через це рівень антропогенного впливу на екосистему річки від витоків до гирла дуже високий. Тому аналіз часової мінливості показників є актуальним при оцінці якості вод для конкретних потреб, особливо для централізованого водопостачання.

Мета роботи – виявити існуючі закономірності часової мінливості показників якості вод Нижнього Дністра для прогнозу їх значень з заданою забезпеченістю.

Об'єкт дослідження – Нижня частина річки Дністер (м. Біляївка).

Предмет дослідження – часова мінливість показників якості вод Нижнього Дністра.

Методи дослідження – методологічною основою роботи є визначення існуючих закономірностей часової мінливості показників якості вод Нижнього Дністра для прогнозу їх значень з заданою забезпеченістю. При виконанні роботи були використані результатами спостережень СЕС на станції «Дністер» м. Біляївка за 2001-2015 роки.

Результати досліджень. Якість вод Нижнього Дністра за останні п'ятнадцять років стабільно поліпшується: середньорічні значення показників $Na^+ + K^+$, Cl^- , SO_4^{2-} , ХСК, NH_4^+ , NO_2 та NO_3 мають тенденцію до зниження; загальний хід середньорічних значень останніх розглянутих показників можна вважати таким, що не має а ні позитивного, а ні негативного тренду. З практичної точки зору найбільш зручним є логнормальний закон розподілу, параметрами якого є середнє значення і середньоквадратичне відхилення логарифмованого ряду нормованих значень показника. Запропонована методика прогнозу дозволяє визначити значення показників якості вод у деякому розрахунковому році з заданою забезпеченістю для оцінки якості вод і для нормування скидів стічних вод.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в отриманні параметрів багаторічного та внутрішньорічного законів розподілу показників якості вод та в розробці методики прогнозу значень показників з заданою забезпеченістю.

Теоретичне та практичне значення. На основі результатів спостережень СЕС на станції «Дністер» м. Біляївка за 2001-2015 роки, було досліджено хронологічну мінливість показників якості вод Нижнього Дністра; обрано закони розподілу, які найкращим чином апроксимують емпіричні дані; визначено параметри законів багаторічного і внутрішньорічного розподілів показників якості вод з узагальненням цих параметрів; розроблено методику прогнозу значень показників з заданою забезпеченістю.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, 5 основних розділів, висновку, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи складає 83 стор., 97 рис., 18 табл., 23 літературних джерела.

Ключові слова: мінливість показників, багаторічний розподіл, внутрішньорічний розподіл, нижня частина Дністра, методика прогнозу, показники якості вод, зв'язок показників якості вод з водністю річки.

SUMMARY

Borodkina T.A. Analysis of Temporal Variability in Water Quality Indices of the Dniester River (in the Town of Biliaivka)

Actuality of theme. Within the basin of the Dniester River there are more than 10 million people, which is why the level of anthropogenic impact on the river ecosystem from the sources to the mouth is very high. Therefore, the analysis of time variability of indicators is relevant in assessing the quality of water for specific needs, especially for centralized water supply.

The purpose of the work is to find out the existing patterns of time variability of the quality indicators of the waters of the lower Dniester to predict their values with the given security.

The object of research is the lower part of the Dniester River (Biliaivka).

The subject of research is the temporal variability of water quality indicators in the lower Dniester.

Methods of research - the methodological basis of the work is to determine the existing patterns of time variability of the quality indicators of the waters of the lower Dniester to predict their values with the given security. In carrying out the work were used the results of observations of the SES at the station "Dniester" Biliaivka in 2001-2015.

Research results. The quality of the waters of the lower Dniester has been steadily improving for the last fifteen years: the average values of $Na^{++} K^{+}$, Cl^{-} , SO_4^{2-} , XCK , NH_4^{+} , NO_2^{-} and NO_3^{-} indices tend to decrease; the general course of the average values of the last considered indicators can be considered as having neither positive nor negative trend. From the practical point of view, the most convenient lognormal distribution law, the parameters of which is the mean value and the mean square deviation of the logarithm of a number of normalized values of the indicator. The proposed forecasting technique allows to determine the values of water quality indicators in a certain accounting year with a given security for the assessment of water quality and for the valuation of wastewater discharges.

The scientific novelty of the obtained results consists in obtaining the parameters of the multi-year and intra-annual laws of the distribution of water quality indicators and developing a methodology for forecasting the values of indicators with given security.

Theoretical and practical significance. Based on the results of the monitoring of the SES at the station "Dniester" in Biliaivka, 2001-2015, the chronological variability of the water quality indicators in the lower Dniester was investigated; distribution laws are chosen that best approximate empirical data; the parameters of the laws of long-term and intra-annual distribution of indicators of water quality with generalization of these parameters are determined; the method of forecasting the values of indicators with given security has been developed.

Structure and scope of work. The work consists of an introduction, 5 main sections, a conclusion, a list of references and applications. The volume of work is 83 pages, 97 figures, 18 tables, 23 literary sources.

Key words: variability of indicators, long-term distribution, intra-annual distribution, lower part of the Dniester, forecasting method, water quality indicators, connection of indicators of water quality with river water content.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	8
ВСТУП	9
1 КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА НИЖНЬОГО ДНІСТРА.....	11
1.1 Загальні відомості	11
1.2 Річкова мережа	12
1.3 Водойми	13
1.4 Заплава	13
1.5 Русло річки.....	14
1.6 Живлення річки	15
1.7 Стік	16
1.8 Рівень.....	18
1.9 Температура води.....	20
1.10 Льодовий режим.....	20
1.11 Опади.....	21
1.12 Твердий стік.....	22
1.13 Рибогосподарська характеристика	23
1.14 Хімічний склад	24
2 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	25
3 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ СТАТИСТИЧНОЇ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ.....	30
3.1 Помилки результатів спостережень	30
3.2 Закони розподілу випадкових величин.....	31
4 ЧАСОВА ЗМІНЮВАНІСТЬ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ВОД НИЖНЬОГО ДНІСТРА.....	35
4.1 Хронологічний хід показників якості	35
4.2 Зв'язок показників якості вод Нижнього Дністра з характеристиками водності річки.....	47
4.3 Вибір апроксимаційних законів розподілу показників якості вод.....	53
4.4 Розподіл показників з вираженою сезонною мінливістю.....	57
4.5 Розподіл показників, мінливість яких не пов'язана з водністю річки	66
5 МЕТОДИКА ПРОГНОЗУ ЗНАЧЕНЬ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ВОД НИЖНЬОГО ДНІСТРА.....	73
5.1 Прогноз значень показників, що мають зв'язок з водністю річки.....	73
5.2 Прогноз значень показників, що не мають зв'язок з водністю річки..	74
ВИСНОВКИ.....	78

ПРЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	80
ДОДАТКИ.....	82
ПУБЛІКАЦІЇ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ.....	83

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

НП	– нафтопродукти;
ХСК	– хімічне споживання кисню у воді;
БСК	– біологічне споживання кисню у воді;
ГДК	– гранично допустима концентрація;
pH	– показник концентрації іонів водню;
РСР	– Радянська Соціалістична Республіка;
СЕС	– Санітарно-епідеміологічна станція;
ГЕС	– гідроелектростанція;
ЄС	–Європейське Співтовариство;
ЛОШ	– лімітуючи ознака шкідливості;
p/г	– рибогосподарська;
смт.	– селище міського типу;
абс.	– абсолютне значення;
шт.	– штук;
ін.	– інше;
т.ч.	– у тому числі;
сан.-токс.	–санітарно-токсикологічна;
токс.	–токсикологічна;
заг.	–загально санітарна;
млн.	– мільйон;
рр.	– роки;
тис.	– тисяч.

ВСТУП

Магістерська робота присвячена визначенню закономірностей часової мінливості показників якості вод нижньої частині р. Дністер. Для виконання роботи використані результати спостережень СЕС на станції «Дністер» м. Біляївка за 2001-2015 роки.

Мета дослідження – виявити існуючі закономірності часової мінливості показників якості вод Нижнього Дністра для прогнозу їх значень з заданою забезпеченістю.

Завдання дослідження:

- зібрати інформацію і скласти стислу фізико-географічну, кліматичну, гідрологічну, гідрохімічну і гідробіологічну характеристики Нижнього Дністра;
- виконати аналіз літературних джерел;
- виконати аналіз даних спостережень і видалити результати, які мають грубі помилки;
- дослідити хронологічну мінливість показників якості вод Нижнього Дністра з метою виявлення показників з чітко вираженою внутрішньорічною мінливістю, пов'язаної зі стоком річки;
- вибрати закони розподілу, які найкращим чином апроксимують емпіричні дані;
- визначити параметри законів багаторічного і внутрішньорічного розподілів показників якості вод та виконати узагальнення цих параметрів;
- виконати прогнози значень показників якості вод, що мають та не мають зв'язок з водністю річки;
- виконати перевірочні розрахунки;
- скласти висновки.

Об'єкт дослідження – якість вод Нижнього Дністра.

Предмет дослідження – часова мінливість показників якості вод

Нижнього Дністра.

Елементи наукової новизни полягають в отриманні параметрів багаторічного та внутрішньорічного законів розподілу показників якості вод та в розробці методики прогнозу значень показників з заданою забезпеченістю.

Апробація роботи:

- Основні положення були представлені на конференції молодих вчених ОДЕКУ, яка відбулася в травні 2017 р;
- Також представлені матеріали в «Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей» опублікованого в Одесі 2018 р.

1 КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА НИЖНЬОГО ДНІСТРА

1.1 Загальні відомості

Річка Дністер бере початок на північному схилі Карпатських гір, з джерел, що виходять на північно-західному схилі гори Розлуч, у с. Вовче, впадає в Дністровський лиман Чорного моря, в 35 км на північний захід від м. Одеса [1]. Відмітка витоку 760 м, гирла - 1,0 м, загальне падіння річки 759 м, середній ухил водної поверхні 1,78‰, найбільший - 39,0‰ (на 4 км), найменший - 0,1‰ (в нижній течії річки). Довжина річки 1352 км, площа водозбору 72100 км². Басейн Дністра має форму сильно витягнутого, зігнутого посередині овалу, довжина його близько 700 км, середня ширина 120 км.

Ґрунти на більшій частині території басейну (Прикарпатті, Розточчя, Опілля і Подільське плато) середньо - і легкосуглинкові, переважно пілуваті, на Покутті і на Бессарабській височини - пілуваті-важкосуглинністі і глинисті.

Найбільшим масивом є Великі Наддністрянські болота, займаючи площу близько 100 км² та розташовані в східній частині Сано-Дністровської рівнини. Ці болота тягнуться по правому березі Дністра від с. Корналовичі майже до с. Розвадів на протязі близько 40 км. До основного масиву прилягають окремі заболочені ділянки, розташовані уздовж нижніх течій річок Стрвяж, Верещиця, Клодніца, Бистриця та Тисьменіца. Болота зустрічаються тільки невеликими окремими ділянками, розташованими головним чином в долинах річок, займаючи близько 1,6% загальної площі басейну. Загальна площа боліт в басейні Дністра вище с. Розвадов близько 250 км². Велика частина їх вже осушена до лугових ділянок з хорошими пасовищами і культурними насадженнями. Крім осушення відкритими каналами проводиться кальматація боліт водами річок Дністер і Стрвяж.

Всі інші заболочені ділянки в басейні Дністра - переважно заплавні болота, здебільшого поширені в долинах річок Розточчя і Подільських приток, а також в долинах річок Ягорлик, Тростянець, Кучурган, Реут і Бик (в нижній течії).

Заболочені невеликі ділянки є і в плавнях Нижнього Дністра, які розташовані на Карпатських передгір'ях на висоті 400-500 м. абс, в басейнах річок Свіча і Лімниця.

1.2 Річкова мережа

Загальна схема річкової мережі басейну має вигляд пташиного пера з різко вираженою основною артерією - річкою Дністер, що приймає з обох берегів безліч дрібних приток. Відсутність великих приток є основною особливістю гідрографічної мережі Дністра [2]. Всього в басейні налічується 16890 річок загальною довжиною 42761 км. Переважають малі річки довжиною до 10 км (16294 річки загальною протяжністю 26164 км); налічується 449 річок довжиною 10-25 км, 86 річок - 26-50 км, 45 річок довжиною 51- 100 км, 15 річок довжиною від 100 до 300 км і 1 (головна) довжиною понад 1000 км.

Річкова мережа в різних частинах басейну розвинена нерівномірно: найбільш значно розвинена вона в карпатській частині басейну, де густина її становить 1-1,5 км/км², потім в лівобережній, Подільській частині (0,75 км/км²); найменше вона розвинена в південній, степовій частині (0,20 км/км²). Правобережжі і лівобережжя Дністра з розвитку річкової мережі в різних частинах басейну є також нерівноцінними. Протягом верхньої третини течії річки річкова мережа переважно розвинена по правобережжя, де протікають річки Бистриця, Стрий, Свіча, Лімниця, Луква, Бистриця Солотвинська та Надвірнянська; нижче гирла останньої здебільшого середньої течії річкова мережа складається виключно лівобережними притоками (Серет, Збруч, Стрипа, Смотрич, Ушиця, Лядова, Немія, Дерлей, Мурафа та ін.). У пониззі річки загальне число річок знову збільшується на правобережжі, де протікають річки Реут, Бик і Ботна.

Для басейну Дністра характерна наявність біфуркації річок. При виключно високих підйомах рівня під час повені або паводків частина води з Дністра переливається в річки басейну Сяну в районі Сано-Дністровської низини.

1.3 Водойми

Значних озер в басейні Дністра немає. У заплаві нижньої течії річки, в районі плавнів, розташовані численні озера-стариці і озера-лимани, в більшості, що з'єднуються протоками між собою і з річкою. Значне число озер-стариць мається на заплаві Дністра в верхньому його перебігу між с. Кирилівці і м. Галич, кілька озер - в межах Наддністрянська болотного масиву.

Досить поширені в басейні Дністра ставки і водосховища, особливо багато в долинах лівих приток Дністра (Верещиця, Луг, Свірж, Золота Липа, Стрий, Серет, Збруч), дещо менше в долинах Лядова, Мурафа, Русавка і на території Молдавської РСР (Реут і ін.).

1.4 Заплава

Ширина заплави (плавнів) нижче Бендери 4-6 км, у с. Чобручі - 13,5 км. Співвідношення плавневих ділянок на правому і лівому берегах річки неоднаково. Основний масив їх приурочений до правого берега (у с. Талмаз ширина їх досягає 8-9 км), в місці відділення рук. Турунчук плавні переходять на лівий берег, утворюючи острівну зрозумію того ж назви. Поверхня плавнів нерівна. Найвищі їх частини знаходяться біля берегів головного русла і у озер-стариць, підносячись над річкою на 1-3 м. Ці найвищі прибережні площі, як би обваловують річку, покриті густою деревною рослинністю, садами-виноградниками, частково зайняті городами; більш низькі місця покриті суцільними заростями очерету і очерету. У ряді місць заплавні простору огорожені захисними дамбами і валами заввишки 1-4 м і при виключно високих підйомах рівня затоплюються лише прибережні, необвалованої ділянки плавнів, а в разі розмиву захисних споруд плавні суцільно покриваються водою. Поверхня плавнів пересічена численними дрібними протоками і вимоїнами, старицями і озерами, здебільшого освіченими на місці стариць (озера Плоске, Путрине, Підкова, Криве і ін.). Більш піднесена заплава складена важко

суглинстого, пілуватими ґрунтами, найбільш знижена частина її - важкими мулісто-глинистими ґрунтами.

Нижче с. Олонешти характер плавнів дещо змінюється. Берегові гряди тут нижче і легше розмиваються, значні простору заболочені і покриті густими заростями очерету, очерету та рогозу, ґрунти - мулісто-торф'яністі і мулісті. Більш високі прируслові ділянки шириною до 0,5 км покриті вербовими і осиковими гаями. Навесні на 1-2 місяці і більше плавні покриваються шаром води до 1-3 м.

1.5 Русло річки

У нижній течії річки русло сильно звивисте (коефіцієнт звивистості 2,5), утворює ряд широких петель з великими радіусами кривизни, розгалужене, нестійке; основне русло, так само як і протоки, які мають з ним постійний або тимчасовий зв'язок, з плином часу помітно змінює свій напрямок.

В 1 км нижче с. Чобручі (ліві), на 148-у км від гирла, Дністер відділяє постійно діючий рукав Турунчук довжиною 58 км, що впадає в Дністер через оз. Біле на 21-му км від його гирла, у с. Біляївка. Русло його звивисте, слабо розгалужене, шириною від 34 до 270 м, здебільшого 60-75 м, глибина 5-7 м, в ряді місць 10-13 м, до гирла зменшується до 2-4 м. Швидкість течії 0,5-1 м/сек, дно мулісто-піщане, береги круті і обривисті, складені суглинками, покриті травою, чагарником і деревами, нижче с. Яськи - очеретом. Озеро Біле має довжину 2,5 км, ширину 2 км, береги низькі, пологі, як і всі озеро покриті густими заростями очерету, рогозу та осоки.

З інших руслових утворень Дністра слід відзначити велику кількість піщаних пляжів і кіс, довжиною до декількох сотень метрів.

Ухили річки вельми незначні (близько 0,05‰) та розподіляються досить рівномірно. Плеса і перекати безперервно чергуються. Ширина річки до відгалуження р. Турунчук здебільшого 100-200 м, нижче - зменшується до 50-100 м, максимальна 600 м у с. Біляївка. Глибина на перекатах 1,6-2,5 м, в плесах

4,0-8,0 м, в ряді місць 10-12 м, у с. Пуркарь 16 м. Швидкість течії 0,2-0,4 м/сек, на перекатах до 0,5-0,9 м/сек.

Русло відкрите, в ряді місць засмічене впалими з берегів деревами і корчами, в пониззі річки біля берегів заростає очеретом, осокою і кропивою.

Дно нерівне, до м. Бендери переважно піщано-глиниста, нижче піщано-мулисте, при впадінні в лиман піщано-глиниста зі значним шаром мулу.

Береги круті і обривисті висотою 3-6 м, глинисті і супіщані з піщано-гальковими і гравелистими пляжами, зарослі травою, чагарником і деревами, на пригирловій ділянці - низькі, пологі, зарослі осокою, очеретом і рідкісним чагарником [3-4].

1.6 Живлення річки

За умовами харчування басейн Дністра відповідно до орографічними особливостями і кліматичними умовами, можна розділити на три самостійні, різко відокремлені частини:

Карпатська частина (верхня правобережна частина басейну від верхів'їв його до с. Нижній) є головною областю формування стоку Дністра. Стік в цій частині басейну більш-менш рівномірно розподіляється протягом всього року.

Волино-Подільська частина (лівобережна частина басейну від впадання р. Верещиця до смт. Кам'янка) є другорядною областю харчування. Основна частина стоку з цієї площі водозбору проходить в зв'язку з таненням снігу в весняний період. В іншу частину року стік невеликий і відрізняється великою рівномірністю, що пояснюється природною і штучною зарегульованістю.

Нижня частина басейну (нижче смт. Кам'янка), де русло Дністра є транзитним, Дністер приймає дуже незначні притоки з невеликою водозбірної площею і не мають скільки-небудь значного впливу на режим річки.

Відповідно до умов харчування Дністра, режим його на окремих ділянках річки має яскраво виражені особливості, що відповідають характеру розподілу стоку в кожній із зазначених областей харчування. Для самої верхньої частини

Дністра характерна велика кількість паводків протягом усього року. Паводки ці можуть викликатися як випаданням короткочасних інтенсивних опадів протягом теплого періоду, так і короткочасним таненням снігу в горах під час зимових відлиг і загальним таненням снігового покриву навесні. Лівобережні притоки характеризуються весняною повінню; літні опади тут не роблять помітного впливу на режим річки, проте бувають окремі значні паводки. Водний режим нижньої течії річки є результатом комбінованого впливу на Дністер право - і лівобережних приток.

Таким чином, харчування річки змішане: у весняний період основним джерелом його є талі снігові води, з травня по жовтень річка має головним чином дощове живлення, після чого домінуючу роль починають грати ґрунтові води.

1.7 Стік

Різноманітність природних умов окремих частин басейну Дністра тягне за собою також і велика різноманітність в умовах стоку.

У верхній гірській частині басейну велика кількість опадів поряд зі значними ухилами і більш низькими, ніж у рівнинній частині, температурами викликає високий стік. Коефіцієнт стоку тут досягає 0,50-0,60.

У нижній частині умови для стоку менш сприятливі, сильно підвищується частка випаровування і в гирловому ділянці коефіцієнт стоку падає до 0,1 і нижче. Карпатські притоки Дністра, що займають всього 17% площі його басейну, дають трохи менше 50% середньої витрати всього Дністра. Близько 30% витрат дають лівобережні притоки, що стікають з найбільш підвищеної частині Волинь - Подільського плато і займають 20% площі Дністра, і лише трохи більше 20% стоку припадає на решту 60% площі найбільш зниженої частині басейну.

Зимові відлиги, поряд з великими ухилами і порівняно високою вологістю повітря сприяють швидкому стоку і створюють пилкоподібний пік гідрографа.

Завдяки частим паводків меженний період слабо виражений, розподіл стоку по місяцях в багаторічному розрізі відбувається порівняно рівномірно. Найбільші середні місячні витрати води падають на березень і квітень; порівняно рівномірно розподіляється стік в літні місяці, коли витрати води трохи менше середніх весняних витрат. З жовтня починається зниження середніх витрат, яке триває до весняного підйому наступного року. В середньому багаторічному розрізі протягом весняного періоду (березень-травень) стікає близько 40-50%, протягом літньо - осіннього періоду (червень-жовтень) - 30-40% і взимку 10-20% річного стоку.

Максимальні витрати Дністра з одного боку викликаються весняним сніготаненням, з іншого - утворюються в результаті літніх і осінніх інтенсивних дощів, що охоплюють при цьому чималі площі.

У верхній течії річки дощові максимальні витрати, як правило, перевищують весняні максимальні витрати води. У міру переходу річки в рівнинну частину басейну число років з дощовими і сніговими максимумами приблизно однаково. У нижній течії річки максимальні витрати весняного водопілля, як правило, більше річних максимумів.

Внаслідок паводкового характеру стоку меженний період на Дністрі виражений для більшого числа років неясно. Тривалість стояння літніх низьких витрат дуже невизначена і різна в окремі роки. Період низького стоку може спостерігатися протягом майже всього року, протягом усього літа або ж весь час перериватися частими дощовими паводками, які в деякі роки, слідуючи один за іншим, не дають можливості встановитися низьким витратам. Мінімальні річні витрати води спостерігаються в будь-якому місяці після закінчення весняної повені та до настання льодоставу. Зимовий режим також відрізняється нестійкістю; часто спостерігаються відлиги, що супроводжуються підйомом рівня і порушенням льодового покриву. При цьому іноді виникають затори льоду, які спотворюють природний хід рівня [5-7].

1.8 Рівень

За характером коливань рівня протягом року на Дністрі можна виділити три категорії років:

1. роки з переважаючим весняною повінню і з порівняно невеликими паводками протягом решти року;
2. роки з відсутністю яскраво вираженого весняного водопілля, з переважаючими паводками в літньо-осінній сезон;
3. роки з безперервним чергуванням паводків, однаково великих як навесні, так і в літньо-осінній період.

Найвищі річні рівні, як правило, є рівнями дощових паводків, в нижній течії річки - весняної повені. Однак в окремі роки найвищі річні рівні можуть бути також і рівнями весняного водопілля, осінніх і навіть зимових паводків. Час настання максимального рівня по всій довжині річки коливається від 1/І до 12/ХІІ, тобто практично може бути протягом усього року. Щонайнижчий річний рівень спостерігається від 26/ІІІ до 31/ХІІ, найнижчий зимовий - від 30/Х до 22/ІІІ.

Весняна повінь в басейні Дністра проходить в період від середини січня до початку червня, тобто протягом всього першого півріччя. Підйом рівня навесні починається, найчастіше в кінці лютого - початку березня; максимум настає зазвичай 17-28/ІІІ, найбільш рання дата настання 18/І (с. Розвадів), найпізніша 25/V (с. Корналовичі). Як правило, під час повені ускладнюється випадають навесні дощами, внаслідок чого воно має кілька хвиль (або піків); нерідко повінь проходить двома-трьома піками як внаслідок випадання дощів, так і внаслідок повернень холодів. Часто висота другого або третього підйому води, обумовленого випаданням дощів, вище висоти першого підйому, обумовленого тільки таненням снігу. Спад триває зазвичай до кінця квітня (у верхів'ї) і до кінця травня - початку червня (в нижній течії річки). Середня інтенсивність підйому 8-166 см/добу, максимальна - близько 1-2 м/добу, в окремі роки досягає 3,5-5,5 м/добу.

Висота максимального весняного рівня над умовним середнім меженний рівнем по довжині річки змінюється від 1-3 м у верхньому, до 4,3-5,8 м в середній і нижній течії річки, до гирла зменшується до 0,7 м. У роки з виключно високою весняною повінню вона досягає 6,1 м у сіл Чайковичі (1924 г.) і Залісці (1895 г.); 9,6 м у м. Заліщики (1877 р); 8,0 м у с. Жванець і смт. Кам'янка (1932); 7,6 м у м. Бендери (1945 р) і 1,4 м у с. Маяки.

Спад відбувається менш швидко, в середньому 10-15 см/добу, іноді 1,0-1,5 і навіть 2,8 3,8 м/добу. Час добігання піку паводкової хвилі між постами найчастіше становить 0,5-1,5 доби, найбільше 2-4 діб; в окремі роки мали місце випадки більш раннього настання максимуму на нижньому посаді, що пояснюється нерівномірністю сніготанення в різних частинах басейну, а також різними за величиною дощовими опадами в цей період. Максимум весняного водопілля найчастіше не є річним максимальним рівнем. Збіг максимального весняного і річного рівнів спостерігається для різних пунктів не більше ніж в 50% випадків.

Виділення періоду межені ще більш умовно, ніж виділення весняної повені. Стійких і тривалих періодів стояння низьких рівнів на Дністрі, як правило, не буває. Низькі рівні спостерігаються зазвичай в проміжку між двома послідовно проходять паводками і тривалість їх стояння залежить від проміжку часу, що відокремлює два суміжних природних дощових паводку, і тривалості паводків. Низькі рівні можуть бути в будь-якому місяці.

У літньо-осінній період зазвичай спостерігається 3-5 паводку, в окремі роки - 12-15; найбільшу кількість паводків відзначено влітку 1927, 1941, 1955 рр., причому в 1941 і 1955 рр. паводки спостерігались в усі місяці з січня по грудень. У посушливі роки іноді буває всього 1-2 паводку (1946, 1950 рр.). Середня тривалість паводків 10-25 днів, найбільша до 55 днів (1948, 1955 г.). Інтенсивність підйому рівня від 0,4-2 до 6,2 м/добу. Висота паводків над перед паводковим рівнем в середньому змінюється по довжині річки від 0,8 до 2,5 м, в роки з дуже високими паводками - від 1,5 до 4,5 м, у с. Корналовичі в 1925 і 1948 рр. вона досягала 7,8 м. У теплі зими буває від 1 до 2-3 паводків,

тривалістю від 15 до 40 днів і більше (1948, 1955 рр.). Найбільша кількість паводків (16) відзначено в 1955 р, найменше (1-2) - в 1946, 1950 рр. Нижче смт. Кам'янка, на ділянці протяжністю близько 200 км, природний режим порушується роботою Дубоссарською ГЕС. Зазначена ділянка річки знаходиться в підпорі, амплітуда коливань тут різко знижується. На пригирловій ділянці спостерігаються наганянь зганяння явища, що викликає часті коливання з незначною амплітудою.

1.9 Температура води

Середня місячна температура води в зимові місяці близько 0° , в квітні $6-10^{\circ}$, в травні $12-16^{\circ}$, в червні $18-20^{\circ}$, від червня до липня збільшується всього на $1-2^{\circ}$, максимальна найчастіше буває в другій декаді липня і в окремі дні сягає $27-33^{\circ}$. З липня починається зниження температури води, спочатку дуже незначне, а потім різке. По довжині річки температура води збільшується на $1-1,5^{\circ}$ у весняні та осінні місяці і на $5-7^{\circ}$ в літні місяці (червень-липень).

1.10 Льодовий режим

Льодовий режим річки відрізняється нестійкістю і великим (часто переважаючим) розвитком первинних льодових явищ (за берегів, шуги, льодоходу). Часто бувають відлиги, іноді протягом всієї зими спостерігаються сало, льодохід і зберігає. Сало і зберігає з'являються в кінці листопада - на початку грудня спочатку у верхів'ї річки, потім протягом 16-17 днів вони поширюються по всій течії Дністра. Льодові явища можуть безперервно тривати до настання першого льодоставу, але можуть і припинитися. З настанням похолодання льодові явища знову поновлюються. Бувають роки, коли річка відразу покривається льодом без первинних льодяних утворень. Число днів з льодовими утвореннями до першого льодоставу коливається від 0 до 75 днів, в середньому становить 5-15 днів у верхів'ї річки, 10-20 днів в середній її течії і 4-

8 днів в нижній течії річки. Осінній льодохід буває майже щорічно, середня тривалість його 5-10 днів (найбільша 33 днів). Шуга також спостерігається майже щорічно, частіше за все вона проходить при зберігає. На закрутах річки і у споруд утворюються зажори і затори льоду, що викликають підйоми рівня до 1,5-2,5 м.

Людство встановлюється в кінці грудня - початку січня, саме раннє настання його відзначено 11/XI 1908 р у с. Стрілки, на кілька днів пізніше в тому ж році людства був відзначений і на багатьох інших постах Дністра. Найпізніше встановлення льодоставу припадає на другу - третю декаду лютого (у м. Могилів-Подільського та м. Бендери на 8/Ш 1952 р). У дуже теплі зими в ряді місць льодоставу не буває. Поверхня льоду нерівна, торосистого. Середня товщина його 20-30 см, найбільша 70-85 см, в пониззі річки 50 см.

Навесні перед розкриттям зазвичай спостерігаються ополонки, закраїни, нерідко вода йде поверх льоду. Розтин річки відбувається в середньому в кінці лютого і на початку березня; верхні ділянки річки розкриваються раніше нижніх, за винятком ділянки у с. Маяки. Найперший розтин спостерігався в січні, найпізніше в квітні. Льодохід триває від 5 до 10 днів. Бувають роки, коли льодохід проходить протягом 1-2 днів або лід до дня розкриття буває настільки тонкий, що тане на місці. Іноді льодохід сильно затягується, як це мало місце в 1922 р. у с. Нижня (55 днів) і у м. Могилів-Подільського (61 день). В деякі роки відмічаються затори льоду, що супроводжуються значними підйомами рівня, руйнуванням мостів і затопленням селищ. Найбільш катастрофічним був затор в лютому 1953 у м. Могилів-Подільський, коли рівень піднявся на 7,8 м над нулем поста. Очищається річка від льоду в першій і другій декадах березня, в окремі роки в січні, іноді тільки в квітні.

1.11 Опали

Найбільша річна кількість опадів (800-1000 мм і більше) доводиться на гірську частину басейну; ліві притоки Верхнього Дністра, що беруть початок на

Волино-Подільському плато (до р. Стрипа) отримують в рік 600-750 мм опадів. Далі, вниз за течією Дністра, кількість їх досить рівномірно убиває від 600-650 мм до 400-350 мм на рік. У зимові місяці випадає 10-15%, в літні - 35-45%; опади весняних і осінніх місяців становлять в середньому по 20-25%) річної кількості. Найбільші добові кількості опадів припадають на літні місяці і досягають 100-200 мм і більше (296 мм в районі м. Підгайці, 218 мм у м. Кишинева). Висота снігового покриву в басейні Дністра незначна і в середньому не перевищує 25 см у верхній і 10 см в нижній частині басейну, в окремі роки досягає 50-60 см в північній і 20-25 см в південній його частині. У теплі зими на півдні району стійкого снігового покриву не буває. Середній запас води в снігу до початку сніготанення в горах 50-65 мм, на півдні басейну близько 15-30 мм.

Влітку внаслідок випадання зливових дощів, як правило, спостерігаються катастрофічно високі підйоми рівня (більш ніж на 5-6 м над нульом поста), в результаті чого затоплюються сільськогосподарські угіддя, змиваються посіви; частково затоплюються селища, розташовані в середній течії річки (Васильєв, Зозулинці, Дорошівці, Богданівка, Брідок, Митків, Колодрубка, Самусін, Устя, Худиківці, Михайлівка та ін.); в 1932, 1941 і 1953 рр. була затоплена значна частина г. Могилів-Подільського.

Влітку 1955 р. внаслідок випадання великої кількості опадів у вигляді інтенсивних зливових дощів, що охопили більшу територію району, на річці та її притоках пройшли значні паводки, що супроводжувалися великими розливами. В результаті були затоплені городи, змиті посіви. Особливо катастрофічними були повені на території Молдавської РСР, в результаті яких були розмиті захисні дамби вздовж берегів Дністра.

1.12 Твердий стік

Порівняння річних величин стоку зважених наносів показує, що по довжині річки відбувається збільшення твердого стоку, особливо значне на

ділянці від м. Заліщики до смт. Кам'янка. Пояснюється це тим, що в середній течії Дністер перетинає Подільське плато, поверхня якого складена легко розмивними пухкими лесових породами і пересічена безліччю ярів і балок, які виносять у Дністер і його притоки велика кількість зважених наносів. Крім того, збільшення твердого стоку відбувається частково за рахунок розмиву і обвалення берегів, складених суглинками і легко піддаються розмиву [8-12].

1.13 Рибогосподарська характеристика

В басейні річки Дністер відзначено від 76 до 91 виду риб, причому, з одного боку, в басейні з'являються нові види-вселенці, наприклад, амурський чебачок і ротан-головешка, а з іншого - у зв'язку зі зміною умов проживання зникають деякі автохтонні види, в першу чергу, осетрові. Ряд інтродукованих видів (сиги) не прижився в басейні, інші (білий і строкатий товстолобики, білий амур) з огляду на умови проживання нездатні до розмноження, хоча і відтворюються штучно і грають істотну роль в екосистемах.

Промисловий лов риби у Дністровському водосховищі був організований на початку 90-х років. Основні підприємства галузі на водоймі - Чернівецький і Хмельницький рибокомбінати. Щорічний улов риби коливається в межах 16,5-21,3 т. Невисокі показники вилову пояснюються не стільки обмеженістю промислових запасів, скільки низькою інтенсивністю і нерациональністю господарювання.

Провідним видом в промисловій іхтіофауні є лящ (42,9-62,1% від загального улову). В окремі роки значна частка в уловах належить сазанові (до 21,2-26,4%). Статистикою промислу в водосховище реєструвалося 14 видів риб, але тільки 8 з них формували основу промислової продукції (понад 90%). У водосховищі відчувається дефіцит нерестовищ фітофільних видів риб. Ця ситуація може істотно погіршитися внаслідок значного весняного спрацювання рівня води при проведенні екологічних попусків в нижній частині Дністра.

Рибогосподарські водойми Республіки Молдова в басейні річки Дністер

поділяються на природні - це власне Дністер, його притоки, стариці, невеликі озера та штучні - ставки і малі водосховища, побудовані на притоках. На території Молдови було побудовано 12 рибоводно-компенсаційних об'єктів, за рахунок яких здійснювалося інтенсивне зариблення природних водойм. За останні 10-12 років зариблення водойм знизилося.

Близько 20 видів риб використовується для промислового рибальства [13-14].

1.14 Хімічний склад

Вода річки має середню мінералізацію, під час повені і паводки вміст іонів знижується, до 150-250 мг/дм³, в міжпаводкові періоди зростає до 400-500 мг/дм³, а в нижній течії річки - до 600-1000 мг/дм³ і більше. В іонному складі переважає Ca^{2+} і HCO_3^- . Середня багаторічна концентрація Ca^{2+} складає 56,6 мг/дм³, а HCO_3^- складає 200 мг/дм³. Жорсткість помірна (4-5 мг-екв/дм³), максимальні величини жорсткості влітку досягають 7 мг-екв/дм³, взимку 13 мг-екв/дм³; мінімальні (під час паводків) 1,6-3 мг-екв/дм³. Окислення води в верхній течії річки min - 2-3 мгО/дм³, max - 7-8 мгО/дм³.

Формування хімічного складу в нижній частині басейну Дністра відбувається під впливом недостатнього зволоження і поширення порід різної промитості: у Кодрах – піщано-глинистих і глинистих порід [15-16].

2 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Санітарні норми. Їх використовують при оцінці якості вод для господарсько-питних та комунально-побутових цілей. У відповідності з цими нормами якість вод оцінюється методом детального аналізу.

До господарсько-питного належить використання водних об'єктів як джерел централізованого господарсько-питного водозабезпечення, а також для водозабезпечення підприємств харчової промисловості.

До комунально-побутового належить використання водних об'єктів для купання, занять спортом та відпочинку населення.

Норми якості води водних об'єктів включають: загальні вимоги до складу і властивостей води водних об'єктів, які використовуються для розглядуваних видів водокористування; перелік ГДК речовин у воді водних об'єктів, які використовуються для господарсько-питних та комунально-побутових потреб.

У переліках ГДК зазначаються: повна назва речовини, лімітуюча ознака шкідливості (ЛОШ), нормативне числове значення (норматив) та клас небезпеки.

У переліку санітарно-гігієнічних ГДК речовини поділені на три групи за ЛОШ: перша група об'єднує речовини з санітарно-токсикологічною ЛОШ; друга – з органолептичною ЛОШ; третя – із загально-санітарною ЛОШ.

За санітарними нормами у групи сумачії об'єднують показники, нормовані з ЛОШ 1 і 2 класу небезпеки. Решта показників, нормованих без ЛОШ або з ЛОШ, але 3 і 4 класу небезпеки, не мають ефекту сумарної дії.

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

У випадку використання водного об'єкта для різних видів водокористування до якості його води ставляться вимоги того виду, у якого найбільш жорсткі норми.

При господарсько-питному та комунально-побутовому використанні водних об'єктів норми якості води повинні дотримуватись:

у водотоках – на ділянці в один кілометр вище за межу району водокористування (контрольний створ розташовується на відстані 1 км);

у водоймах – на відстані 1 км від меж району водокористування в усі боки.

Якщо природні властивості і склад води не відповідають нормам водокористування, то ці природні властивості та склад води повинні витримуватись у місцях водокористування [17].

Рибогосподарські норми. До рибогосподарського належить використання водних об'єктів для проживання, розмноження та міграції риб і інших організмів.

Рибогосподарські водні об'єкти можуть бути трьох категорій:

– до вищої категорії належать місця розташування нерестовищ, масового нагулу та зимувальних ям особливо цінних видів риб та інших водних організмів, а також водні об'єкти для штучного розведення риб і інших водних організмів;

– до першої категорії належать водні об'єкти, які використовуються для збереження та відтворення цінних видів риб з високою чутливістю до вмісту кисню;

– до другої категорії належать водні об'єкти, які використовуються для інших рибогосподарських цілей.

Норми якості води водних об'єктів включають: загальні вимоги до складу і властивостей води водних об'єктів, які використовуються для розглядуваних видів водокористування; перелік ГДК речовин у воді водних об'єктів, які використовуються у рибогосподарських цілях.

У переліках ГДК зазначаються повна назва речовини, лімітуюча ознака шкідливості та нормативне числове значення (норматив).

У переліку рибогосподарських ГДК речовини поділені на п'ять груп за ЛОШ: у три перші групи об'єднані речовини за такими ж ЛОШ, що і у переліку санітарно-гігієнічних ГДК; четверту групу складають речовини з токсикологічною ЛОШ; п'яту – з рибогосподарською ЛОШ.

При оцінці якості води також використовується метод детального аналізу.

У відповідності з рибогосподарськими нормами ефект сумарної дії мають усі речовини з однаковою ЛОШ.

Показники, які нормовані без ЛОШ, не мають ефекту сумачії.

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

При рибогосподарському використанні водного об'єкта норми якості води повинні виконуватись в усьому водному об'єкті, починаючи з контрольного створу, який визначається у кожному конкретному випадку органами Міністерства екологічної безпеки, але не далі як за 500 м від місця скиду стічних вод.

Якщо природні властивості і склад води не відповідають нормам водокористування, то ці природні властивості та склад води повинні витримуватись у місцях водокористування.

Оцінку якості вод зручно виконувати у табличній формі [17-18].

Норми якості вод країн ЄС. З метою впорядкування українського законодавства із законодавством Європейського Співтовариства (ЄС) подальший законодавчо-нормативний розвиток в Україні у галузі охорони та ощадливого використання водних ресурсів буде здійснюватися на основі Директив Ради ЄС у цій галузі.

Директиви Ради ЄС у відношенні вод, що використовуються для купання, пиття й у рибогосподарських цілях, були прийняті ще у 1976 р. В 80-х і 90-х роках у ці Директиви вносились зміни та доповнення.

Фізичні, хімічні та мікробіологічні параметри (показники), які встановлюються для води при тому або іншому водокористуванні, містяться у додатках до Директив і є їх невід'ємною частиною.

Країни – члени Співтовариства зобов'язані встановити нормативи не менш жорсткі, ніж нормативи, зазначені у додатках як обов'язкові (у відповідному стовпчику). Ці країни мають право у будь-яку мить встановити більш жорсткі нормативи. Якщо у додатках для будь-яких показників не наведені нормативи,

то країни – члени Співтовариства можуть не встановлювати для них ніяких значень до моменту, поки ці значення не будуть визначені.

Якщо значення показника в додатках вказане як оптимальне (стоїть у відповідному стовпчику), то незалежно від того, вказане чи ні його обов'язкове значення, країни – члени Співтовариства під час встановлення своїх нормативів повинні намагатися дотримуватись цих значень.

Країни – члени Співтовариства повинні ухвалити заходи щодо забезпечення того, щоб у 10-річний строк з моменту опублікування Директиви якості води, яка використовується задля того або іншого водокористування, відповідали прийнятим нормативам.

Держави – члени Співтовариства повинні ввести в дію закони, правила та адміністративні правові акти, необхідні для виконання Директив та додатків до них, протягом двох років з моменту їх опублікування.

До Комісії повинні бути подані тексти основних правових актів національного законодавства, які приймаються за умов, що регулюються Директивами.

Вода вважається такою, що відповідає нормам питного водокористування, якщо 95% проб відповідають нормативам, зазначеним як обов'язкові; якщо 90% проб відповідають вимогам у решті випадків, а також, якщо у 5 і 10% проб, які не відповідають встановленим нормативам, відсутні відхилення від встановлених нормативів більш ніж на 50%, окрім рН, розчиненого кисню та мікробіологічних показників, відсутня загроза здоров'ю населення, відсутні відхилення від нормативів у послідовно відібраних одна за одною проб.

Водний об'єкт слід вважати таким, що відповідає нормам, якщо результати проб води відповідають обов'язковим і оптимальним нормативам: – в 95% проб – значення параметрів: рН, БСК₅, неіонізований аміак, загальний амоній, нітрати, хлор, цинк та мідь;

Від вимог Директиви можна відступитися: у випадку окремих параметрів з позначкою (0), які залежать від виключних погодних та географічних умов; якщо природне насичення води речовиною призводить до відхилення значень

відповідних показників від нормативів [18-19].

3 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ СТАТИСТИЧНОЇ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

3.1 Помилки результатів спостережень

Використовувані для побудови емпіричних залежностей результати вимірів можуть містити в собі наступні види помилок: систематичні, випадкові й грубі.

Систематичні помилки звичайно дають відхилення в одну сторону(як правило вони з тим самим знаком). По величині вони можуть бути постійними або змінними. Систематичні помилки можуть бути викликані умовами експерименту, дефектом вимірювальної апаратури, її поганим регулюванням і т.п. Ці помилки усувають шляхом налагодження апаратури, введенням відповідних виправлень.

Випадкові помилки є наслідком великої кількості факторів, які не можуть бути усунуті або враховані в належній мірі при вимірюваннях або при обробці результатів цих вимірів. Ці помилки носять випадковий характер, відхиляються в той чи інший бік від середнього значення при повторенні експериментів і не можуть бути усунуті при вимірах. З імовірності точки зору математичне очікування випадкової помилки дорівнює нулю. Статистична обробка експериментальних даних дозволяє визначити величину випадкової помилки, а повторення вимірів достатню кількість разів дозволяє довести її до деякого прийнятого значення [20].

Грубі помилки явно викривлюють результати вимірів, звичайно вони пропадають при повторенні експериментів. Ці помилки істотно виходять за межі випадкових помилок. Результати з такими помилками відкидають і при остаточній статистичній обробці вихідних даних не враховують.

Питання про те, чи містить результат спостережень похибку, вирішується загальними методами перевірки статистичних гіпотез. Перевірочна гіпотеза полягає в твердженні, що результат спостереження X_i не містить грубої похибки, тобто є одним зі значень вимірювальної величини. Користуючись

певними статистичними критеріями, намагаються спростувати висунуту гіпотезу. Якщо це вдається, то результат спостережень розглядають якщо містить грубу похибку і його виключають.

Для виявлення грубих похибок задаються ймовірністю q (рівнем значущості) того, що сумнівний результат дійсно міг мати місце в даній сукупності результатів вимірів.

Критерій «трьох сигм» застосовується для результатів вимірів, розподілених за нормальним законом. За цим критерієм вважаються, що результат, що виникає з імовірністю $q < 0,003$, малоімовірний і його можна вважати промахом, якщо $|X_c - X_i| > 3\sigma_x$, де σ_x – оцінка середньоквадратичного відхилення вимірювань. Величини X_c і σ_x обчислюють без урахування екстремальних значень X_i . Цей критерій надійний при числі вимірювань $n > 20-50$.

У нашому випадку число вимірювань 180, критерій «трьох сигм» підходить. При аналізі рядів спостережень був використаний логнормальний закон розподілу, оскільки показники якості вод – позитивні випадкові величини, параметри якого були визначені по логарифмованих рядах спостережень. При оцінці меж довірчого інтервалу приймалася забезпеченість від 0,0015 до 0,9985, таким чином промахом вважалось значення з забезпеченістю $F < 0,0015$ або $F > 0,9985$.

3.2 Закони розподілу випадкових величин

У гідрологічних розрахунках, часто використовується поняття закон розподілу. Закон розподілу – встановлює певним чином зв'язок між можливими значеннями випадкової величини і відповідними їй ймовірностями [21].

Найбільш поширеними законами розподілу, які використовуються при практичних розрахунках, являються закони нормальний, логнормальний, експоненціальний і Вейбула:

$$\Phi(x) = \left[1 / (\sigma \sqrt{2\pi}) \right] \int_{-\infty}^x \exp[-(x - \alpha')^2 / (2\sigma^2)] dx; \quad (1)$$

$$\Phi(x) = \left[1 / (\sigma \sqrt{2\pi}) \right] \int_{-\infty}^x (1/x) \exp[-(\ln x - \alpha')^2 / (2\sigma^2)] dx; \quad (2)$$

$$\Phi(x) = 1 - \exp[-x / \alpha']; \quad (3)$$

$$\Phi(x) = 1 - \exp[-(x / \alpha')^\beta]; \quad (4)$$

де α' – математичне очікування; σ – середньоквадратичне відхилення; β – параметр розподілу.

Параметрами нормального, логнормального та експоненціального законів розподілу є математичне очікування та середньоквадратичне відхилення, що розраховуються по відомих формулах. Оцінка параметрів розподілу Вейбула більш складна. Розглянемо її.

Розподіл Вейбула є двопараметричним законом. Його можна представити в наступному вигляді (5):

$$F = \exp[-\alpha C^\beta]; \quad (5)$$

де F – забезпеченість (1- Φ) випадкової величини C ; α і β – параметри закону розподілу.

Знайти ці параметри можливо при статистичній обробці результатів спостережень. Для цього необхідно спочатку вирівняти вихідні дані (тобто привести нелінійну залежність до лінійного вигляду) (6):

$$\begin{aligned} F = \exp(-\alpha C^\beta) \rightarrow 1/F = \exp(\alpha C^\beta) \rightarrow \ln(1/F) = \alpha C^\beta \rightarrow \ln \ln(1/F) = \ln \alpha + \beta \ln C \rightarrow \\ \rightarrow \{Y = \ln \ln(1/F); X = \ln C\} \rightarrow Y = \alpha^* + \beta X. \end{aligned} \quad (6)$$

Методом найменших квадратів можливо знайти параметри отриманого рівняння регресії, вони будуть дорівнювати (7) і (8):

$$\beta = r_{xy} \sigma_y / \sigma_x, \quad (7)$$

$$\alpha^* = Y_{cp} - \beta X_{cp}, \quad (8)$$

де r_{xy} – коефіцієнт кореляції ряду X і ряду Y ; σ_y – середньоквадратичне

відхилення ряду Y ; σ_x – середньоквадратичне відхилення ряду X ; Y_{cp} – середнє значення ряду Y ; X_{cp} – середнє значення ряду X .

Усі ці характеристики знаходять шляхом статистичної обробки результатів спостережень за формулами:

$$X_{cp} = (\sum X_i)/n; \quad Y_{cp} = (\sum Y_i)/n; \quad (9)$$

$$\sigma_x = [(\sum (X_i - X_{cp})^2)/(n-1)]^{0,5}; \quad \sigma_y = [(\sum (Y_i - Y_{cp})^2)/(n-1)]^{0,5}; \quad (10)$$

$$r_{xy} = [\sum (Y_i - Y_{cp})(X_i - X_{cp})]/[(n-1) \sigma_y \sigma_x]. \quad (11)$$

Послідовність розрахунку наступна:

- члени ряду спостережень C_i ранжуються у спадному порядку и нумеруються;

- по номеру члена ряду розраховується забезпеченість по формулі (12):

$$F_i = i/(n+1), \quad (12)$$

де i – номер члена ранжируваного ряду; n – кількість членів ряду;

- по ряду F_i розраховується ряд $V_i = \ln \ln(1/F_i)$, а по ряду C_i розраховується ряд $X_i = \ln C_i$;

- для рядів Y і X розраховуються середні значення рядів, середньоквадратичне відхилення та коефіцієнт кореляції;

- по цим характеристикам розраховуються параметри α^* і β ;

- розраховується параметр $\alpha = \exp(\alpha^*)$;

- для кожного члена ряду F_i розраховується відповідне йому $C_{рози}$ по формулі (13):

$$C_{рози} = [(1/\alpha) \ln(1/F_i)]^{1/\beta}; \quad (13)$$

- перевіряється точність апроксимації (14):

$$S = [(\sum (C_i - C_{рози})^2)/n]^{0,5}, \quad (14)$$

$$S_n = S/C_{cp}, \quad (15)$$

де C_{cp} – середнє значення ряду спостережень.

Не важко відмітити, що формула (5) відрізняється від формули (4):

параметр α в цієї формулі відповідає $(1/\alpha')^\beta$ у (4), де α' є математичне очікування випадкової величини (у наших позначеннях – C_{cp}). Тобто цей параметр можливо розрахувати по наступних формулах: $\alpha = (1/C_{cp})^\beta$ або $\alpha = \exp(\alpha^*)$, де α^* розраховується за формулою (8).

Визначимо далі параметри законів розподілу нормального, логнормального, експоненціального і Вейбула для показників якості вод ріки Дністер у районі м. Біляївка, та оцінімо щільність апроксимації емпіричних даних цими законами.

При цьому розглянемо обидва варіанта розрахунку параметрів закону Вейбула: індексом 1 позначимо параметр розрахований для формулі (5), індексом 2 – для формули (4) [21-22].

4 ЧАСОВА МІНЛИВІСТЬ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ВОД НИЖНЬОГО ДНІСТРА

4.1 Хронологічний хід показників якості

Для оцінки розподілу показників якості вод були побудовані графіки їх хронологічного ходу за результатами спостережень та середніх річних значень з метою виявлення показників, які залежать від водності річки, тобто значення яких переважно залежить від природних факторів формування якості вод Нижнього Дністра.

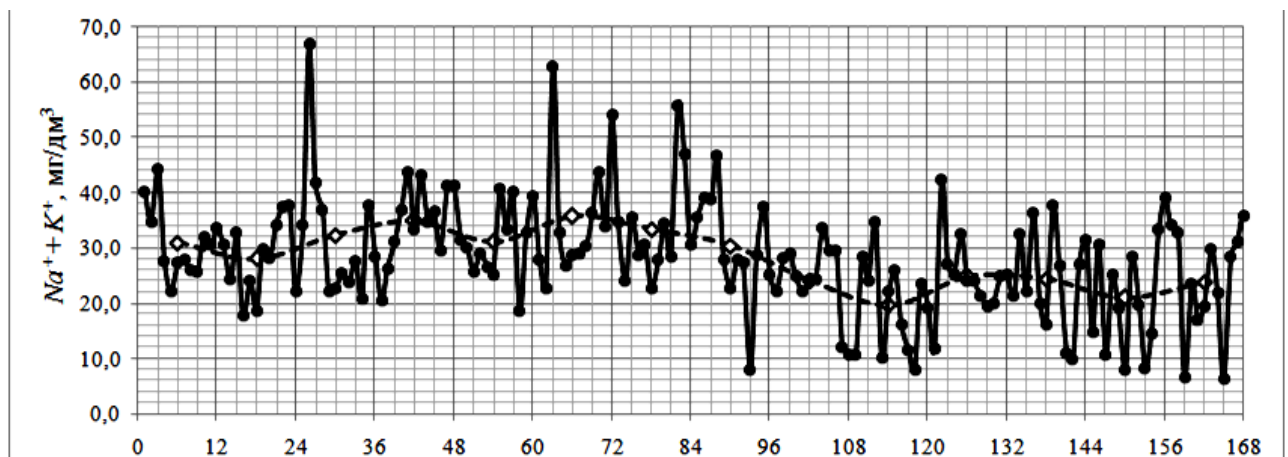
З початку були проаналізовані головні іони і мінералізація (рис.4.1-4.7).

За рисунками видно, що чіткий сезонний хід простежується у Ca^{2+} , хлоридів, гідрокарбонатів і загальної мінералізації (рис. 4.2, 4.4, 4.6, 4.7). У інших головних іонів $Na^+ + K^+$, Mg^{2+} , SO_4^{2-} сезонний хід є не чітко вираженим (рис. 4.1, 4.3, 4.5).

Загальну тенденцію до зниження мають показники $Na^+ + K^+$, Cl^- , SO_4^{2-} , мінералізація, залізо, XCK , іони амонію, нітрати, нітрити (рис. 4.1, 4.4, 4.5, 4.7, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15).

Загальний багаторічний хід вмісту іонів Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , HCO_3^- , заліза є стабільним (рис. 4.2, 4.3, 4.4, 4.6).

а)



б)

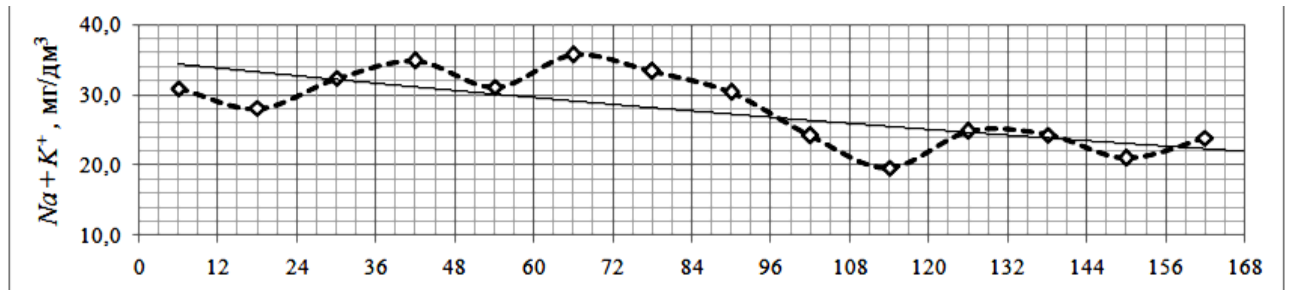
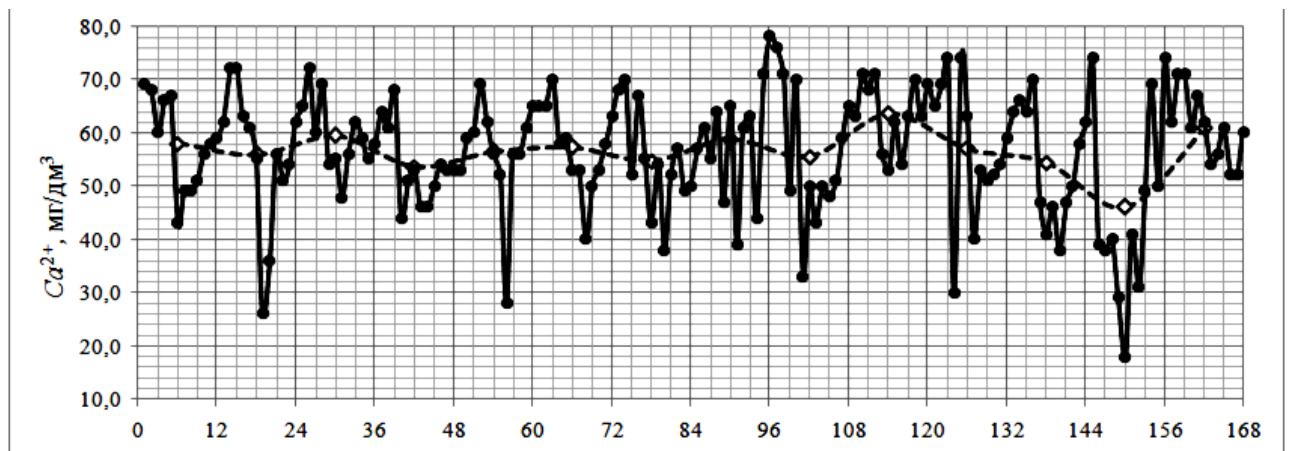


Рис. 4.1 – Хронологічний хід $Na^+ + K^+$: а) результати термінових спостережень; б) середньо річні значення

а)



б)

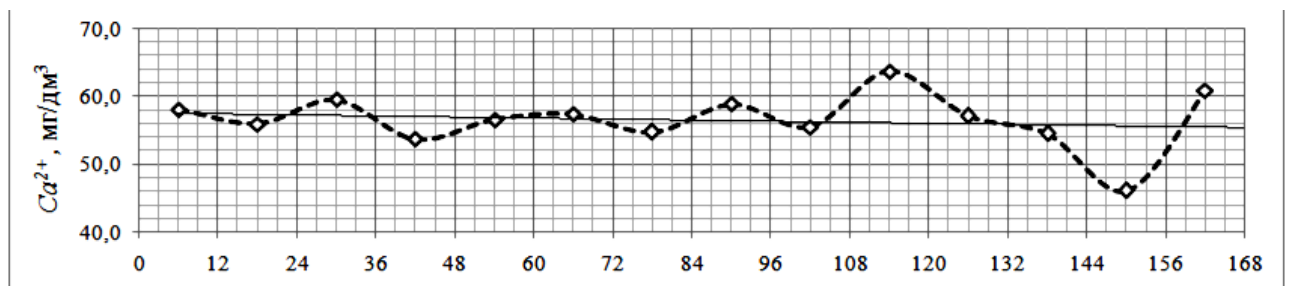
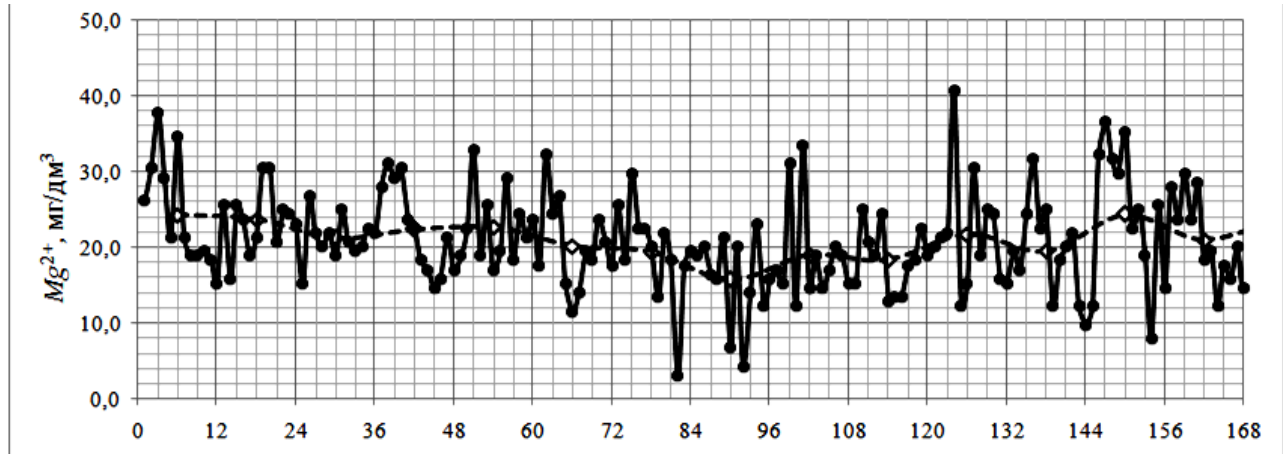


Рис. 4.2 – Хронологічний хід Ca^{2+} : а) результати термінових спостережень; б) середньо річні значення

а)



б)

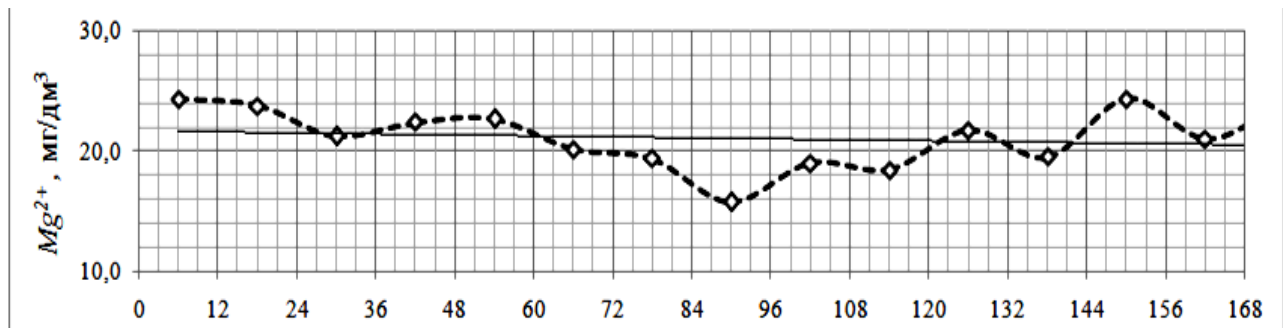
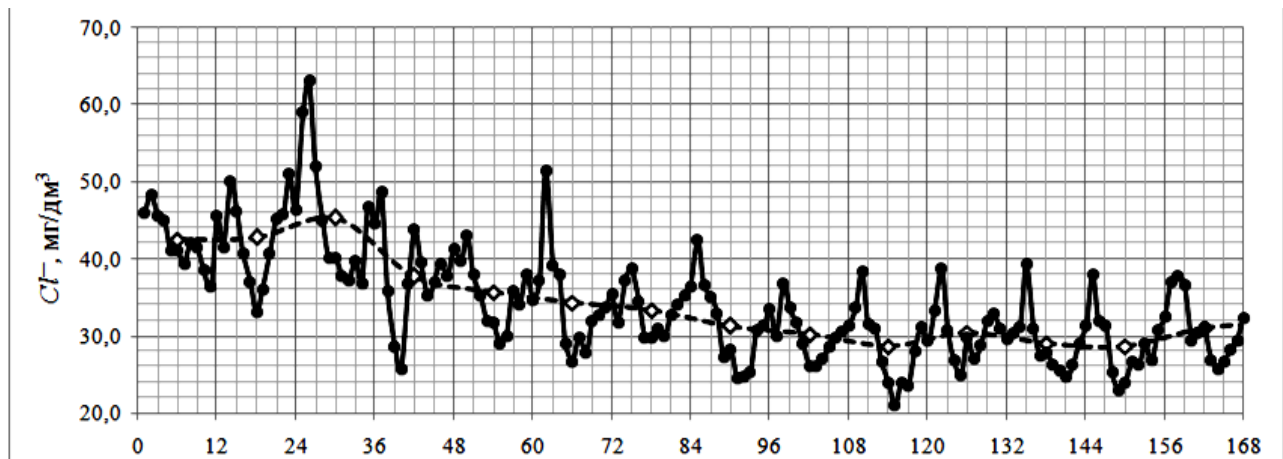


Рис. 4.3— Хронологічний хід Mg^{2+} : а) результати термінових спостережень; б) середньорічні значення

а)



б)

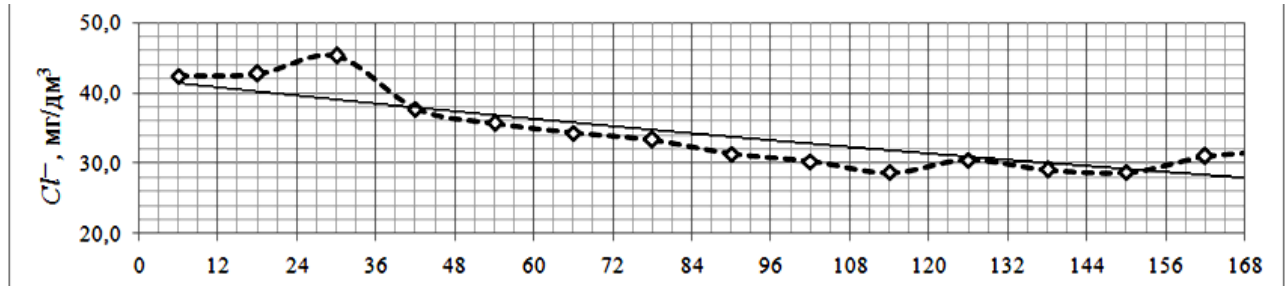
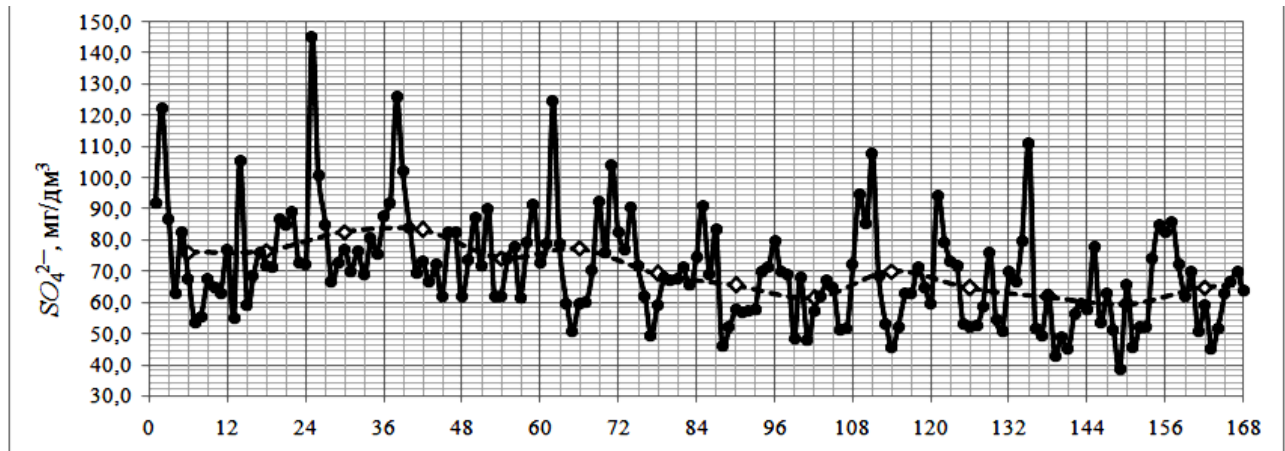


Рис. 4.4 – Хронологічний хід Cl^- : а) результати термінових спостережень;
б) середньо річні значення

а)



б)

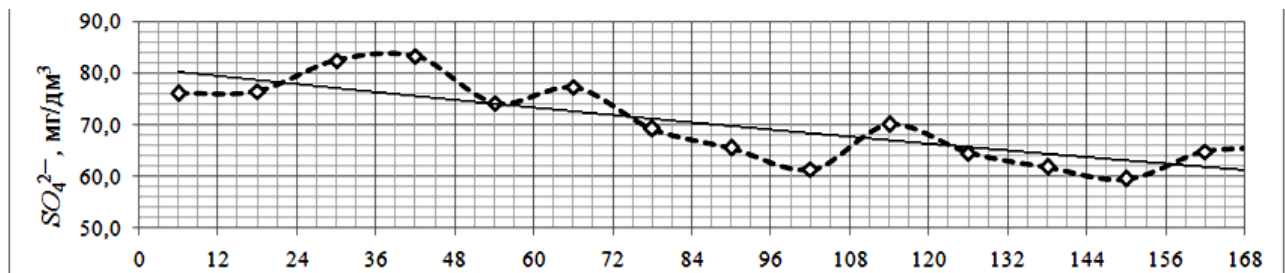
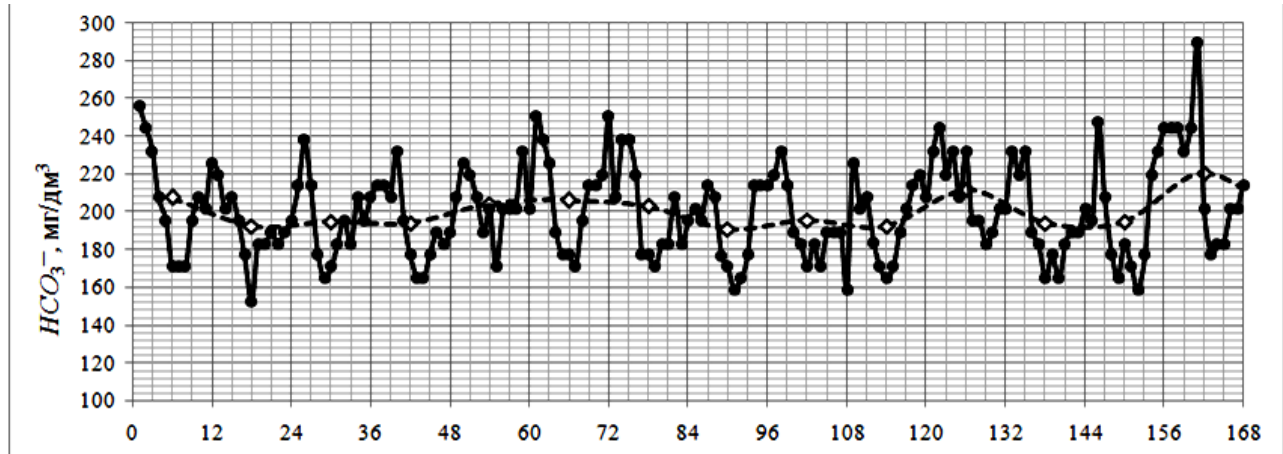


Рис. 4.5 – Хронологічний хід SO_4^{2-} : а) результати термінових спостережень;
б) середньо річні значення

а)



б)

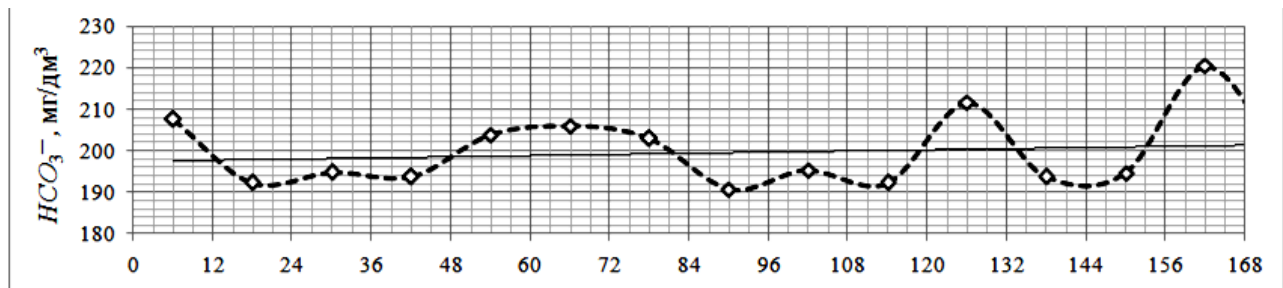
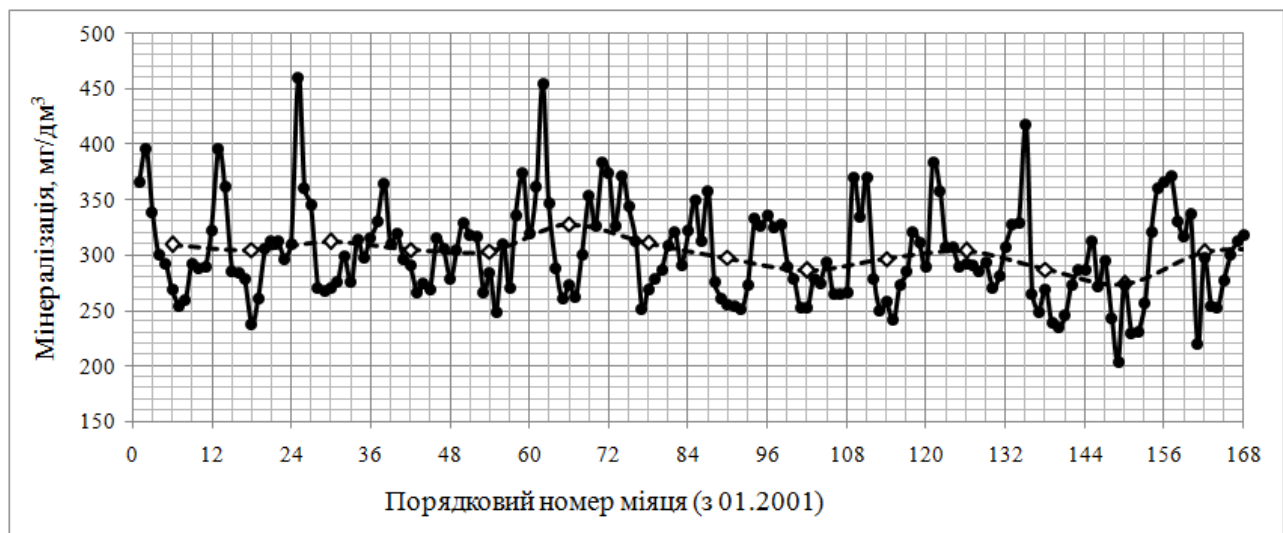


Рис. 4.6 – Хронологічний хід HCO_3^- : а) результати термінових спостережень; б) середньо річні значення

а)



б)

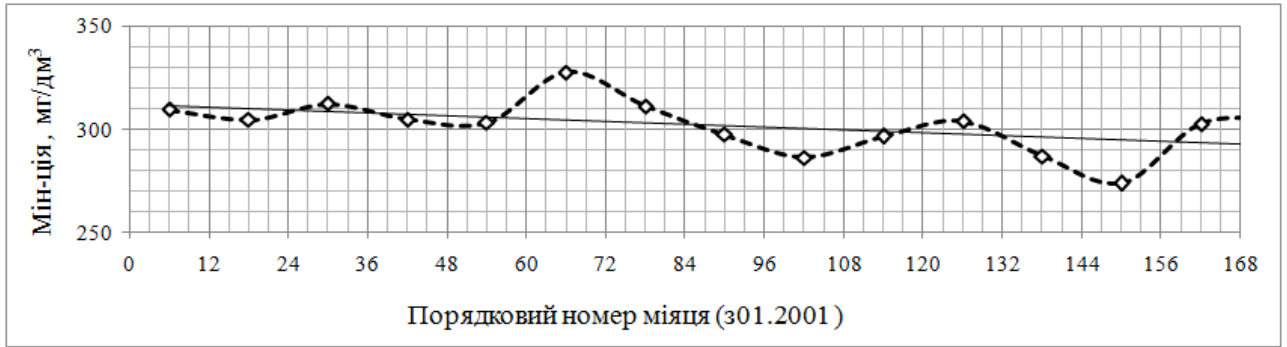
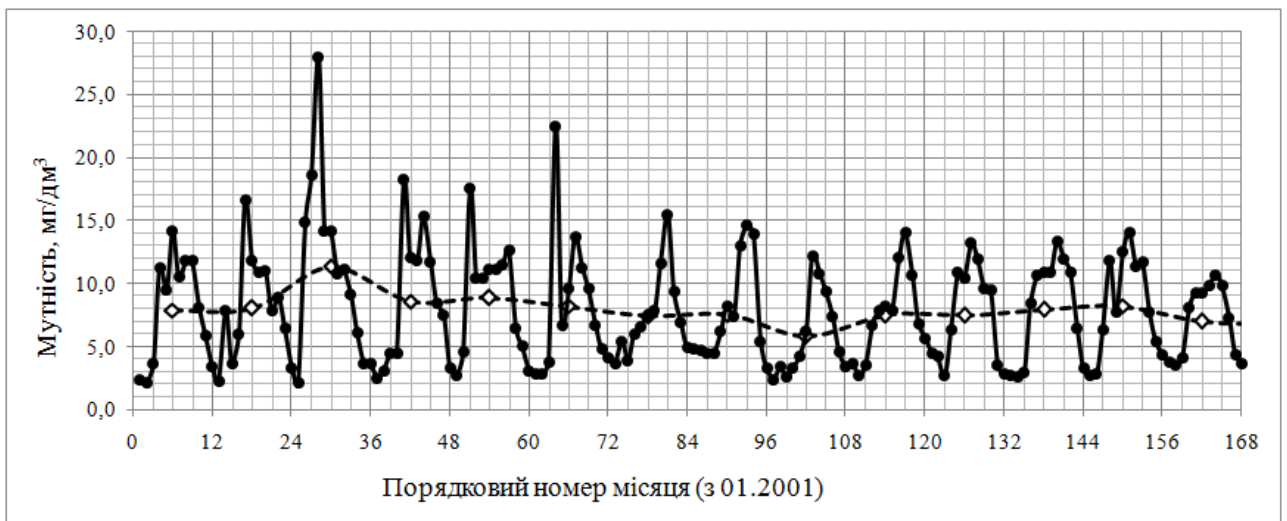


Рис. 4.7 – Хронологічний хід мінералізації: а) результати термінових спостережень; б) середньо річні значення

Аналогічний сезонний хід простежується у мутності, O_2 , БСК₂₀, залізо (рис. 4.8- 4.11).

а)



б)

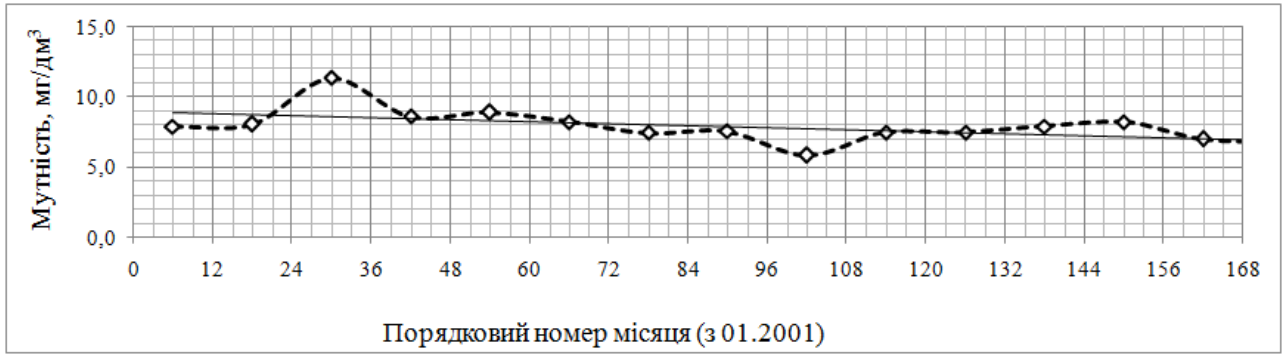
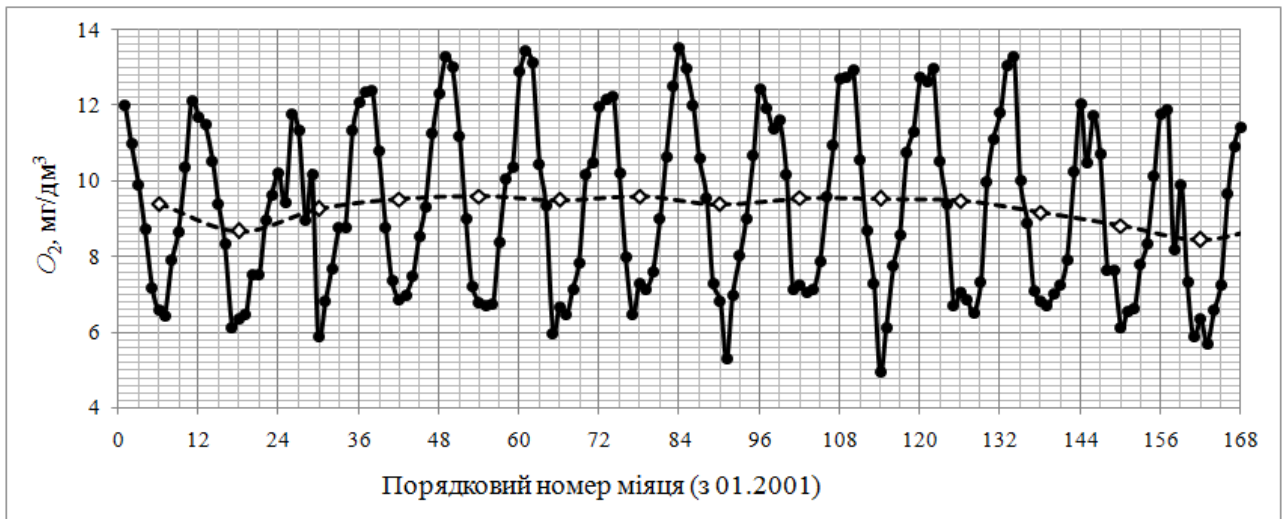


Рис. 4.8 – Хронологічний хід мутності: а) результати термінових спостережень; б) середньо річні значення

а)



б)

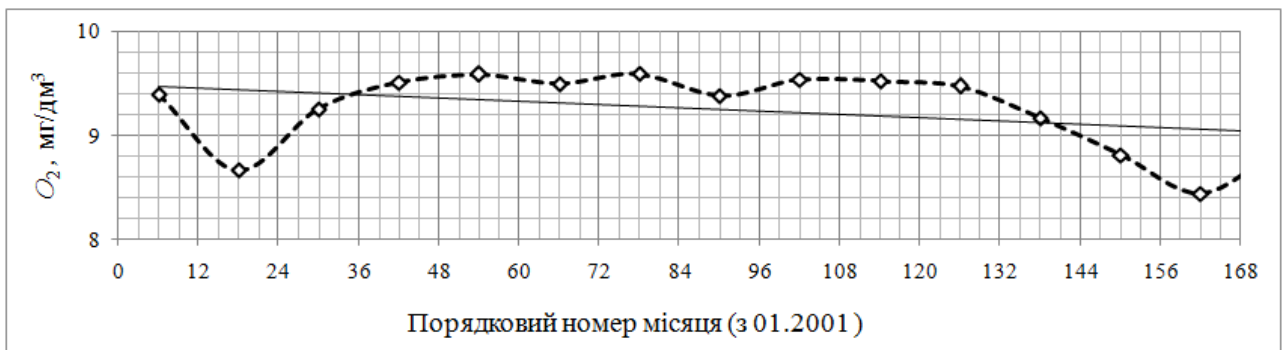
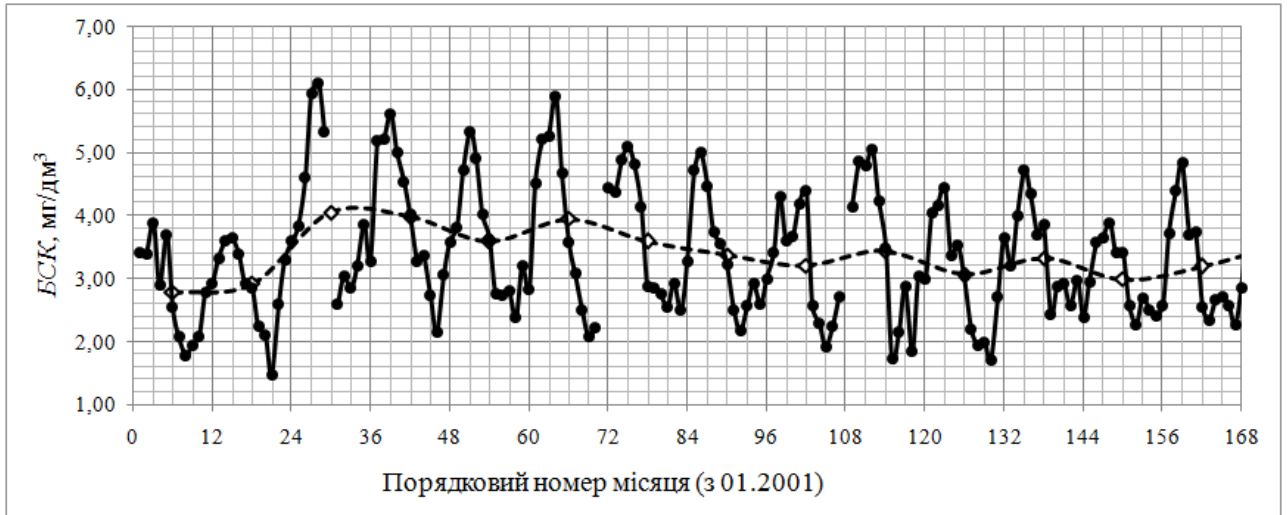


Рис. 4.9 – Хронологічний хід O₂: а) результати термінових спостережень; б) середньо річні значення

а)



б)

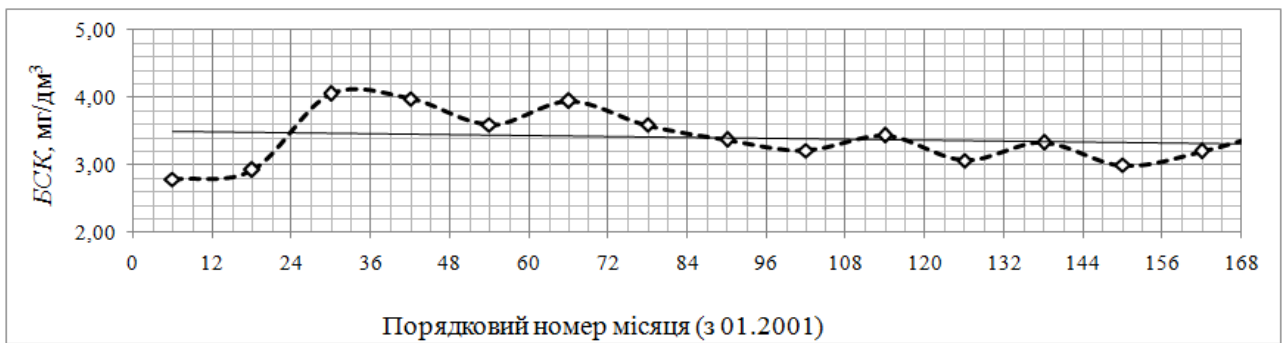


Рис. 4.10 – Хронологічний хід БСК₂₀: а) результати термінових спостережень; б) середньорічні значення

а)



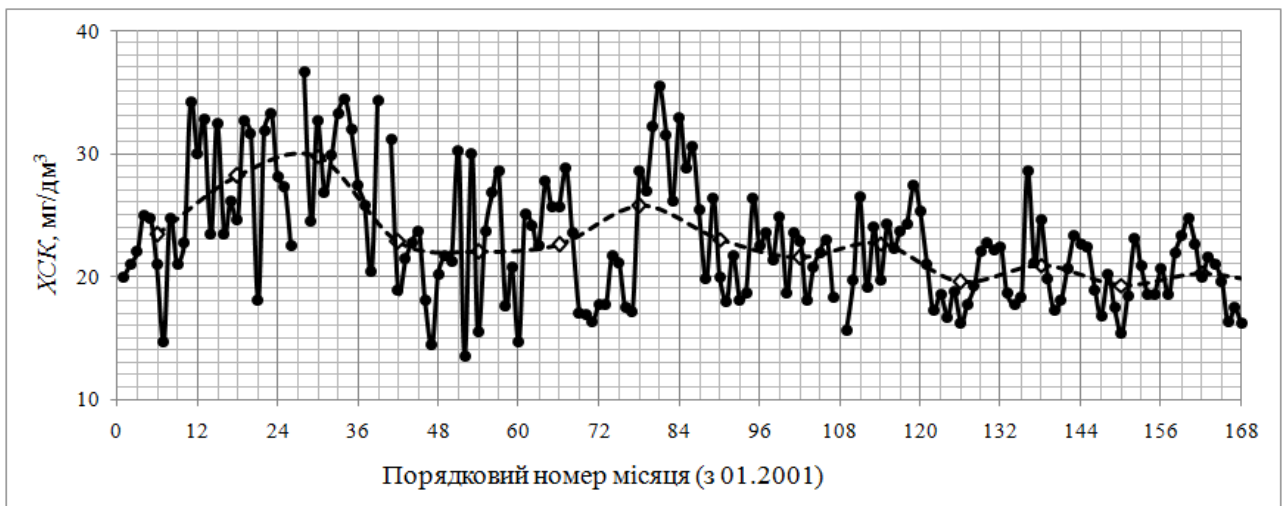
б)



Рис. 4.11 – Хронологічний хід заліза: а) результати термінових спостережень; б) середньо річні значення

У ХСК, NH_4^+ , NO_2 , NO_3 , алюміній (рис. 4.12-4.16) сезонні закономірності не простежуються .

а)

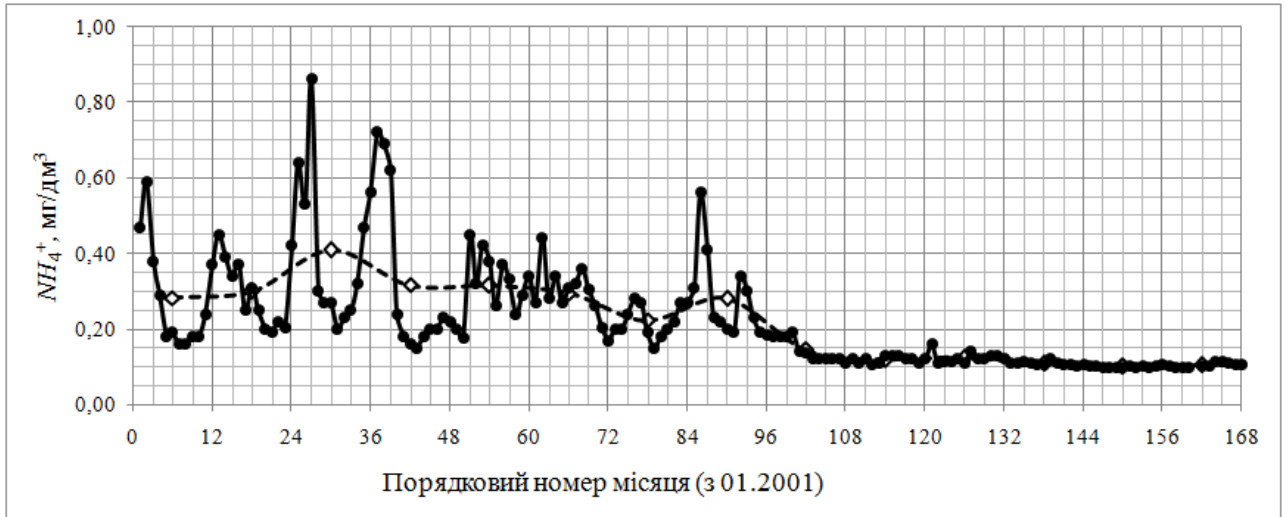


б)



Рис. 4.12 – Хронологічний хід ХСК: а) результати термінових спостережень; б) середньо річні значення

а)



б)

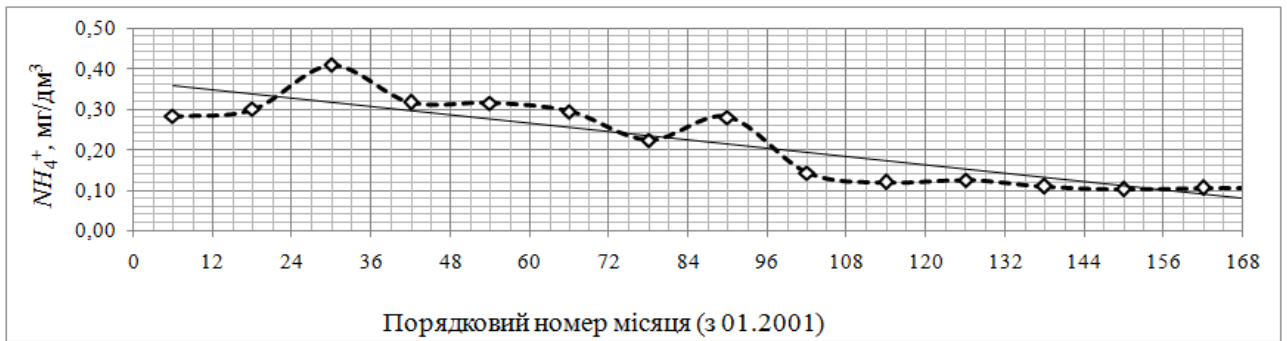


Рис. 4.13 – Хронологічний хід NH_4^+ : а) результати термінових спостережень; б) середньо річні значення

а)



б)

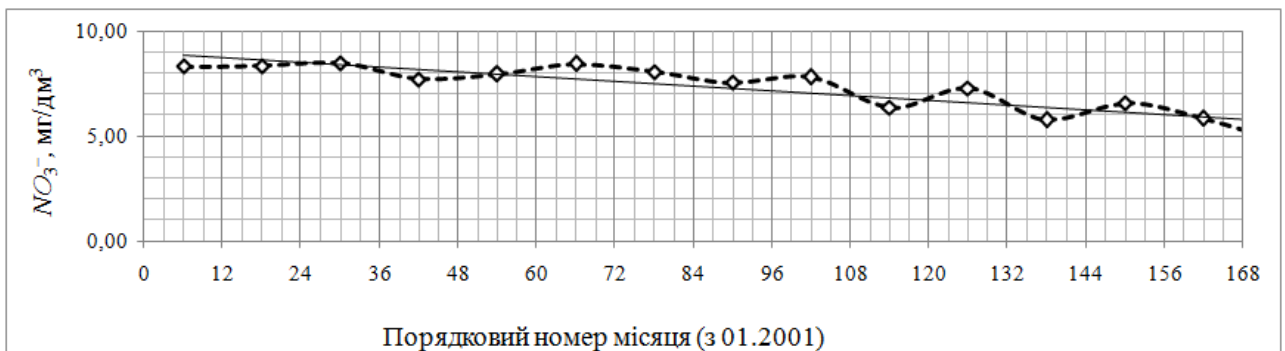
Рис. 4.14 – Хронологічний хід NO_2 : а) результати термінових спостережень;

б) середньо річні значення

а)

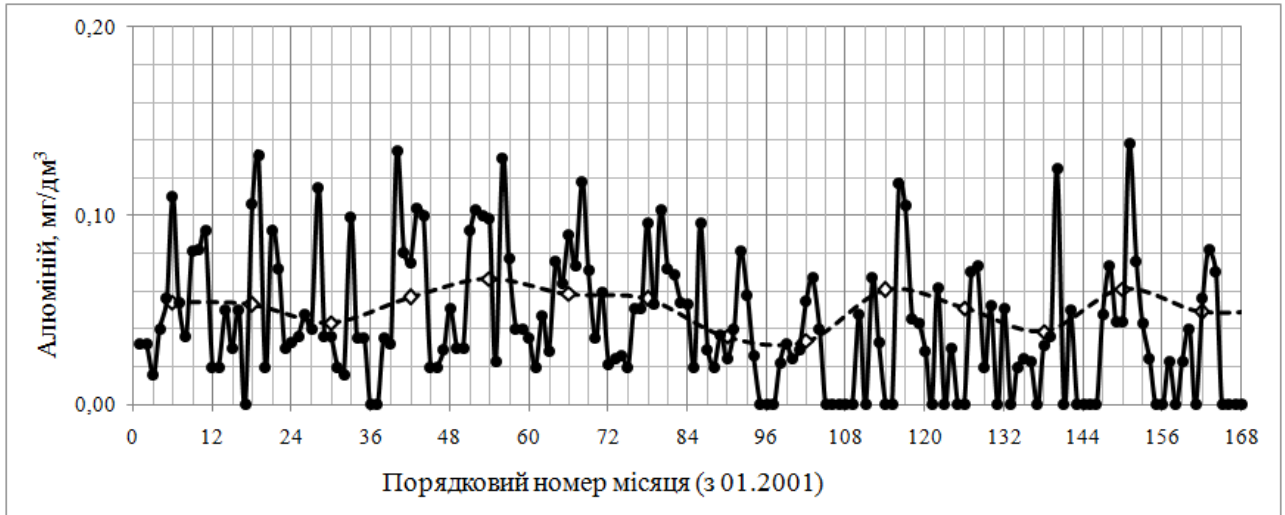


б)

Рис. 4.15 – Хронологічний хід NO_3 : а) результати термінових спостережень;

б) середньо річні значення

а)



б)



Рис. 4.16 – Хронологічний хід алюмінію: а) результати термінових спостережень; б) середньо річні значення

4.2 Зв'язок показників якості вод Нижнього Дністра з характеристиками водності річки

Спроба встановити зв'язок концентрації головних іонів (рис. 4.17-4.18) у воді р. Дністер – Біляївка з витратами води не вдалася тому, що найближчий пункт спостереження за витратами води знаходиться у Могільові-Подільському, час добігання водних мас з якого до м. Біляївка дорівнює приблизно 14-15 діб.

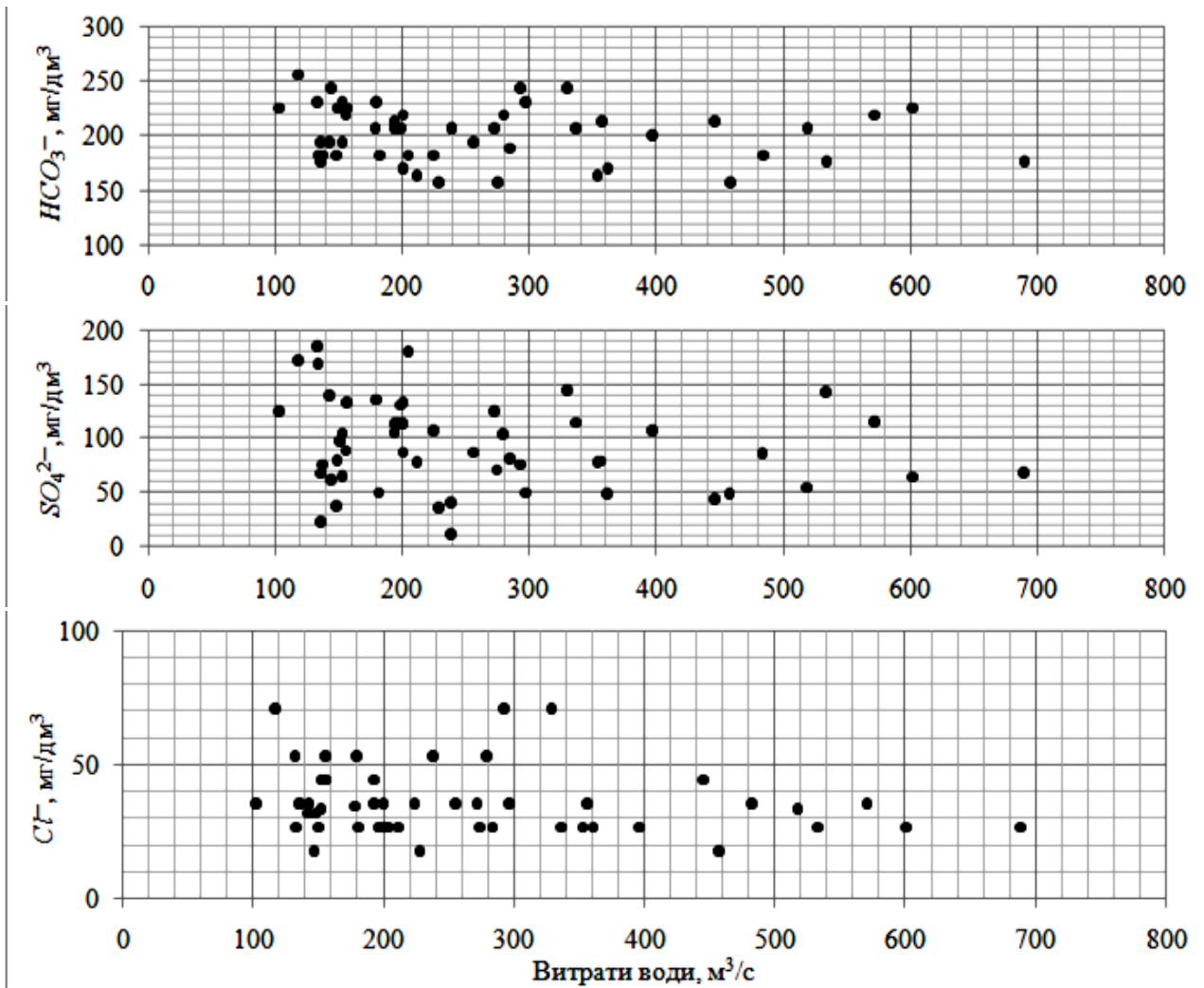
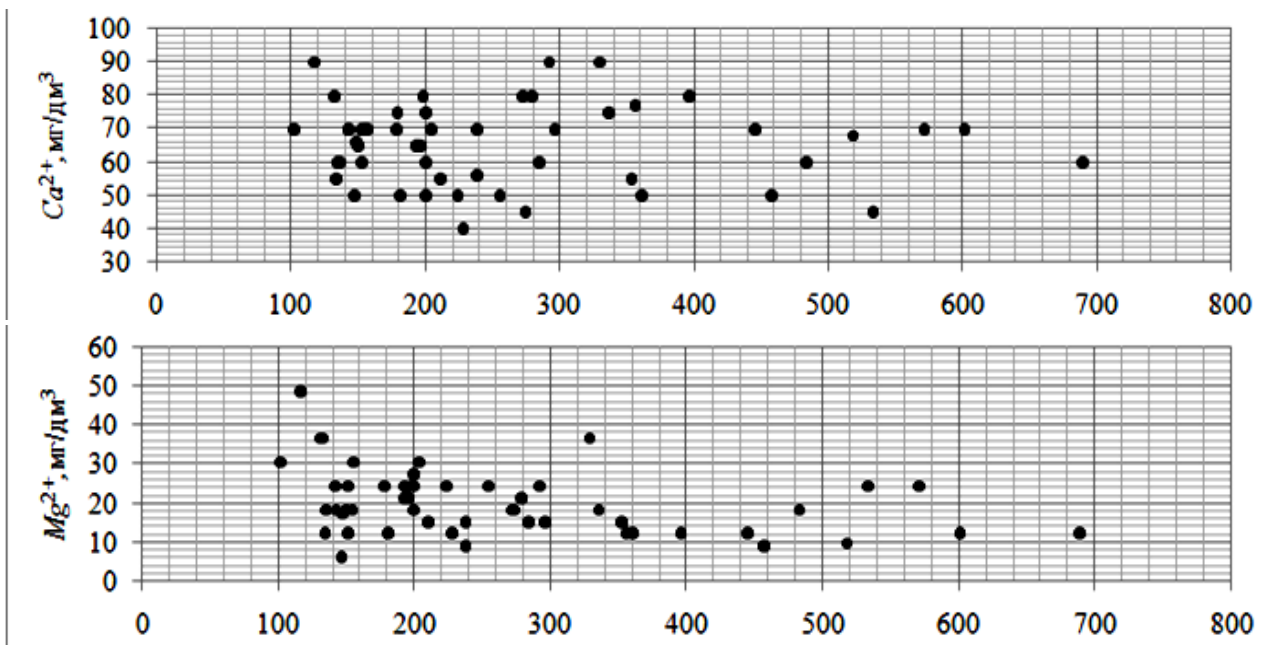


Рис. 4.17– Залежність концентрації головних аніонів у воді р. Дністер – Біляївка від витрат води р. Дністер – Могільов-Подільський



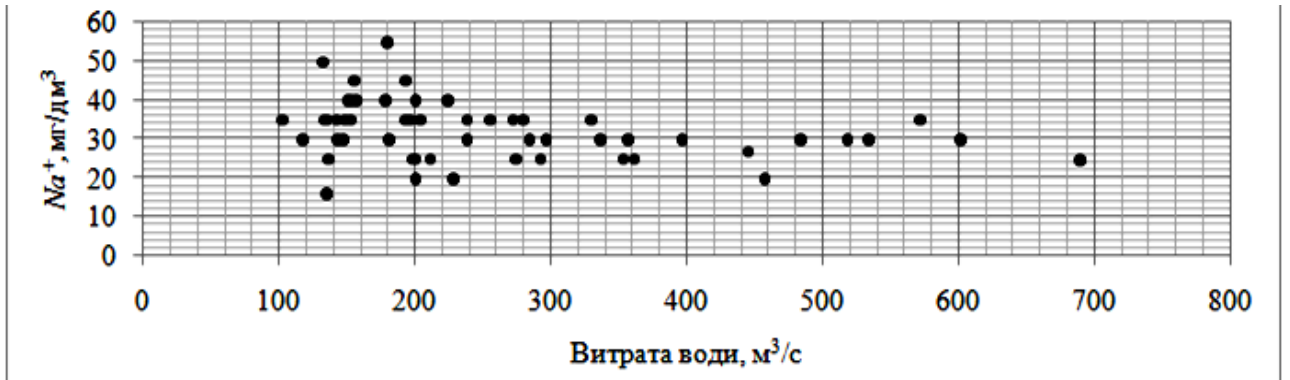
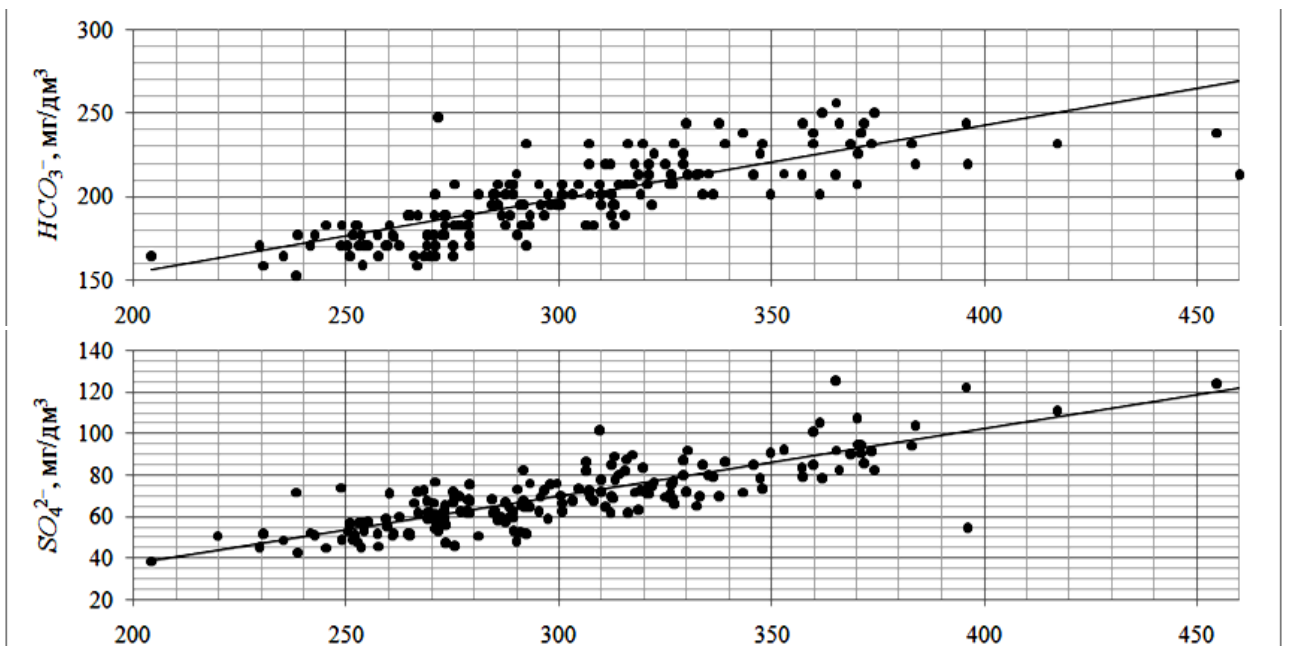


Рис.4.18 – Залежність концентрації головних катионів у воді р. Дністер – Біляївка від витрат води р. Дністер – Могільов-Подільський

Була зроблена спроба знайти зв'язок мінералізації з іншими показниками якості води. Оскільки вона обернено пропорційно пов'язана з витратами води. Однак більш щільний зв'язок з мінералізацією прослідковується у аніонів (рис. 4.19). У катионів на відміну від аніонів зв'язок не щільний (розкид точок більший) (рис. 4.20). Такий зв'язок обумовлений тим, що в водних екосистемах $Na^+ + K^+$ і Ca^{2+} вживається гідробіонтами ($Na^+ + K^+$ - водоростями, а Ca^{2+} - моллюсками). А надходження Mg^{2+} з ґрунтовими водами за своєю концентрацією майже не відрізняється від його надходження з тало-дощовими водами.



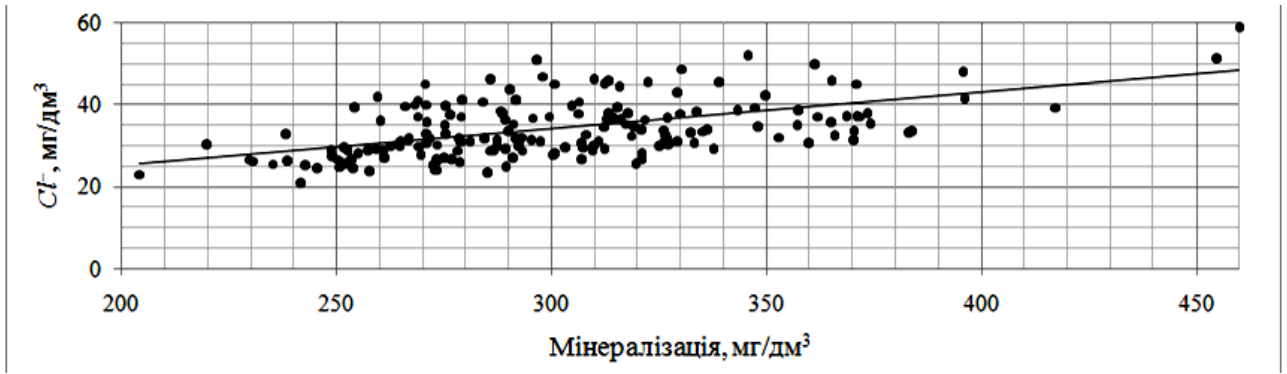


Рис.4.19 – Зв'язок головних аніонів з мінералізацією

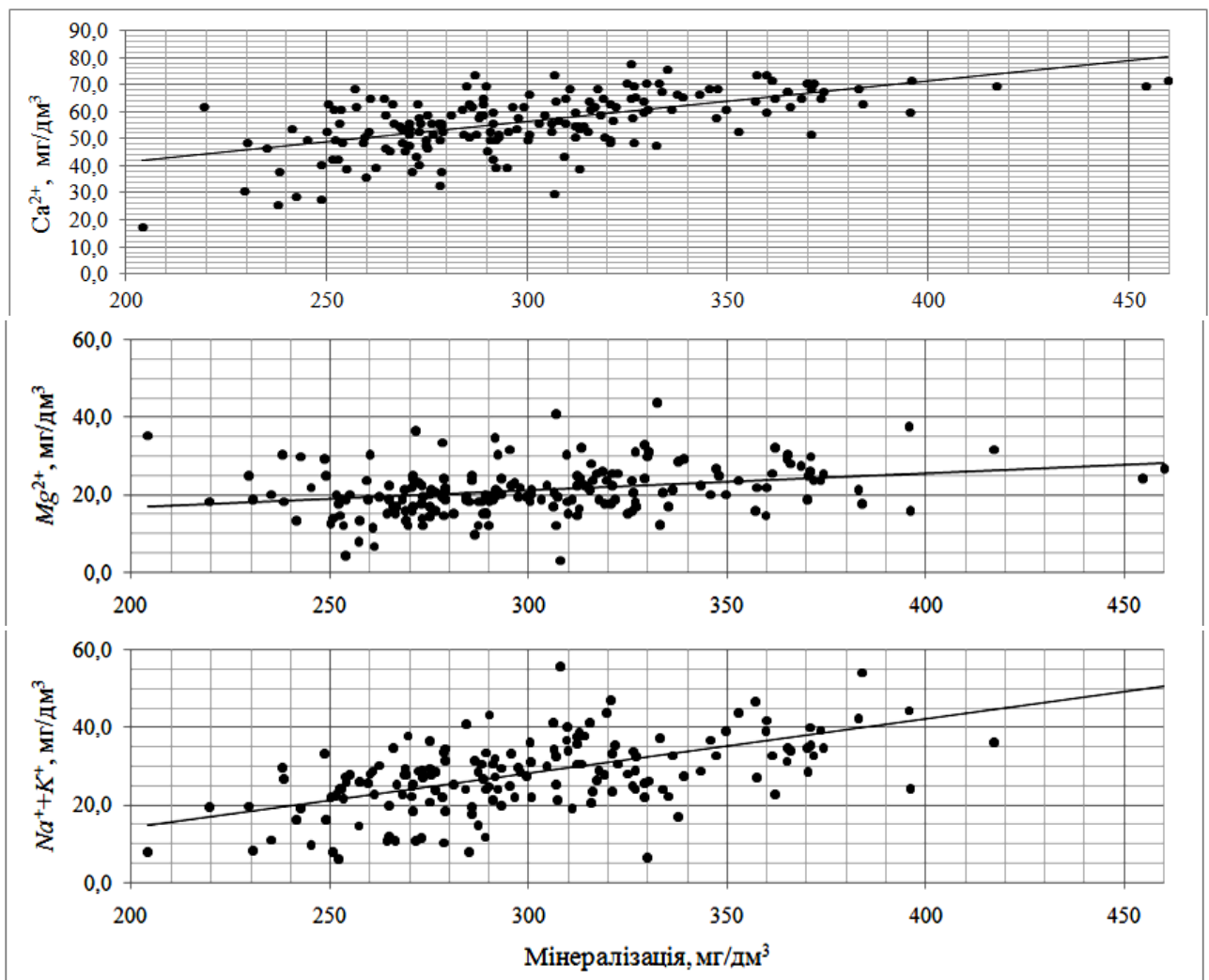


Рис.4.20 – Зв'язок головних катіонів з мінералізацією

Водневий показник pH , мутність, нітрати, BCK_{20} та розчинений кисень мають нечіткий але просліджуючий зв'язок з мінералізацією (рис.4.21).

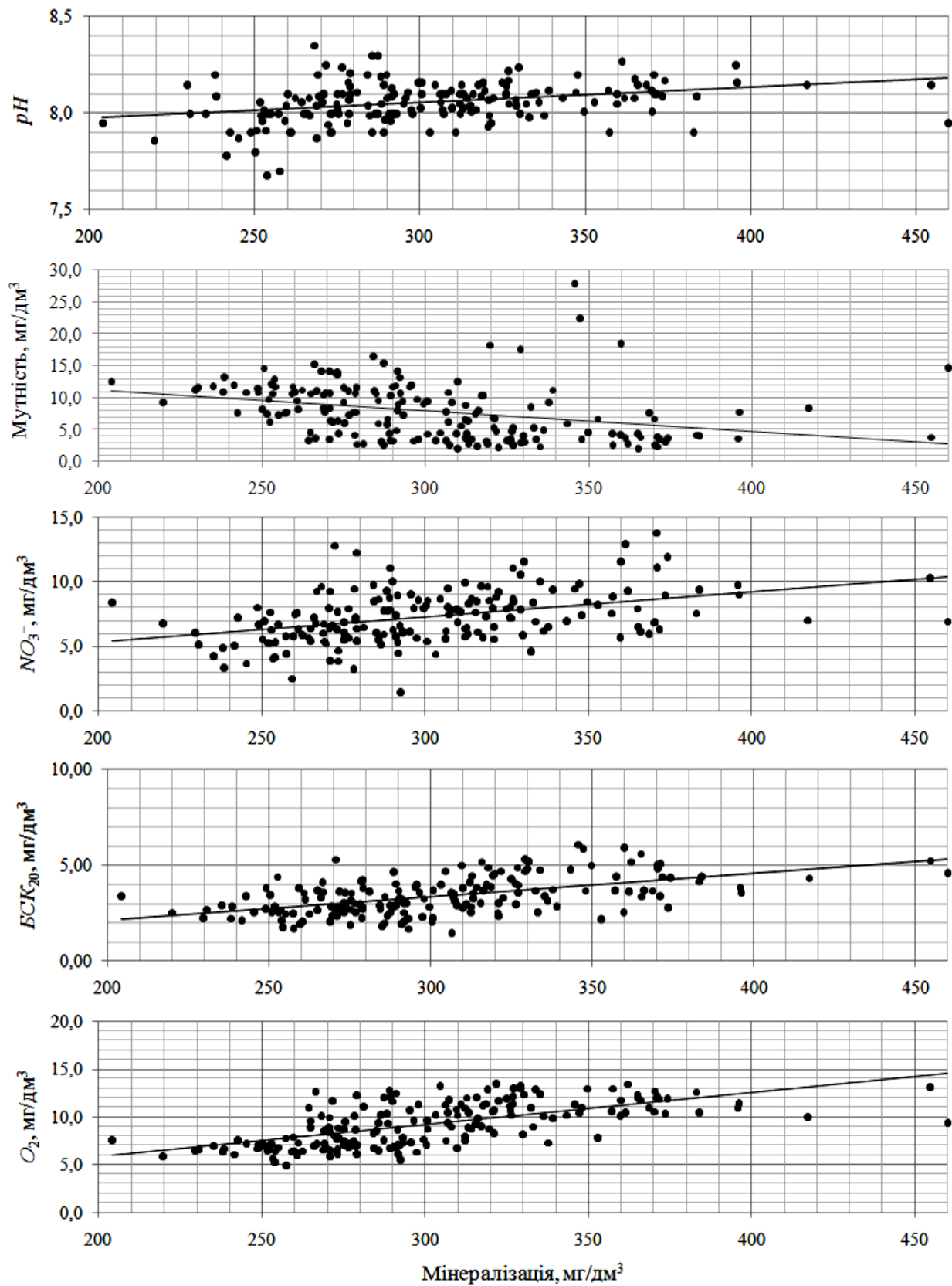
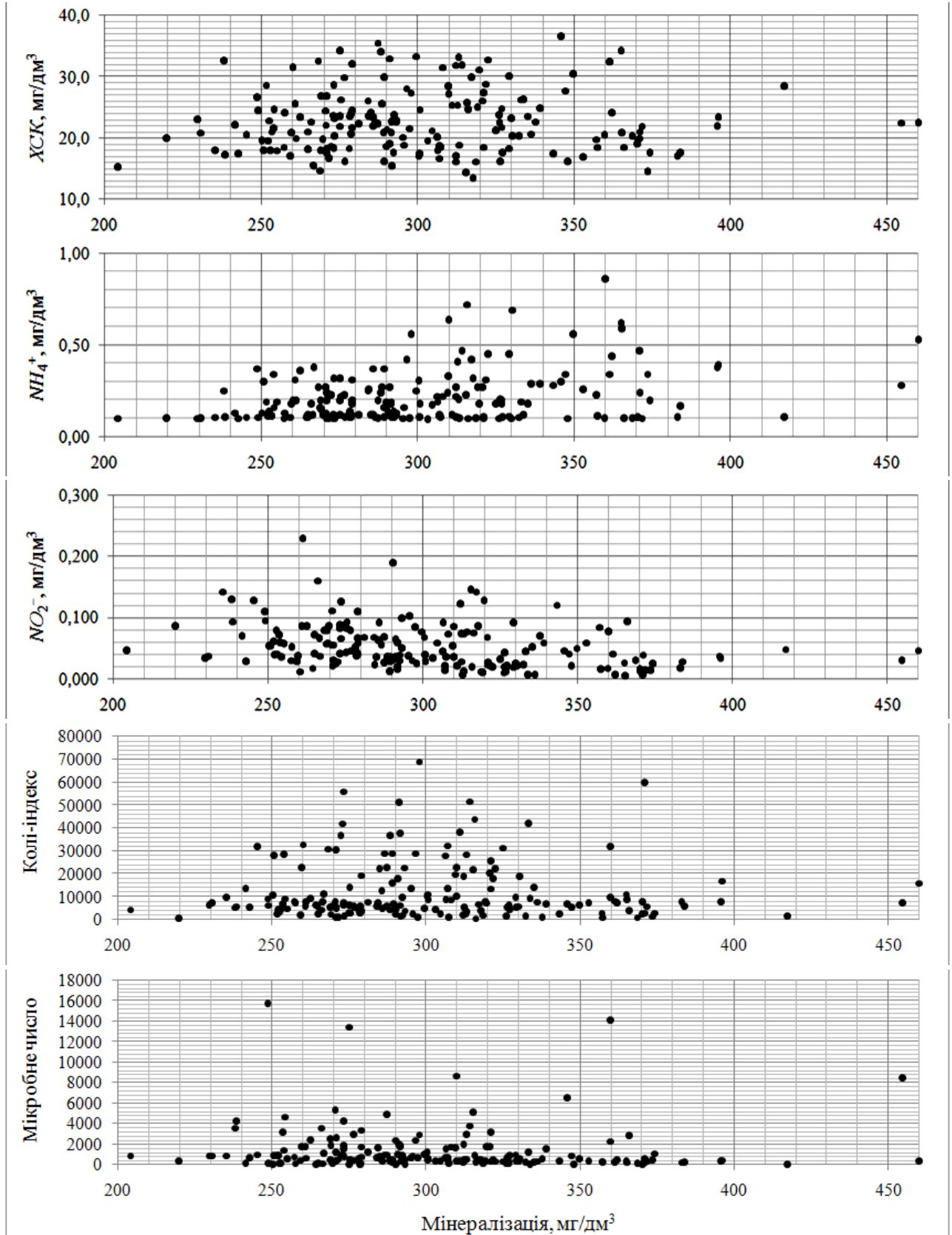
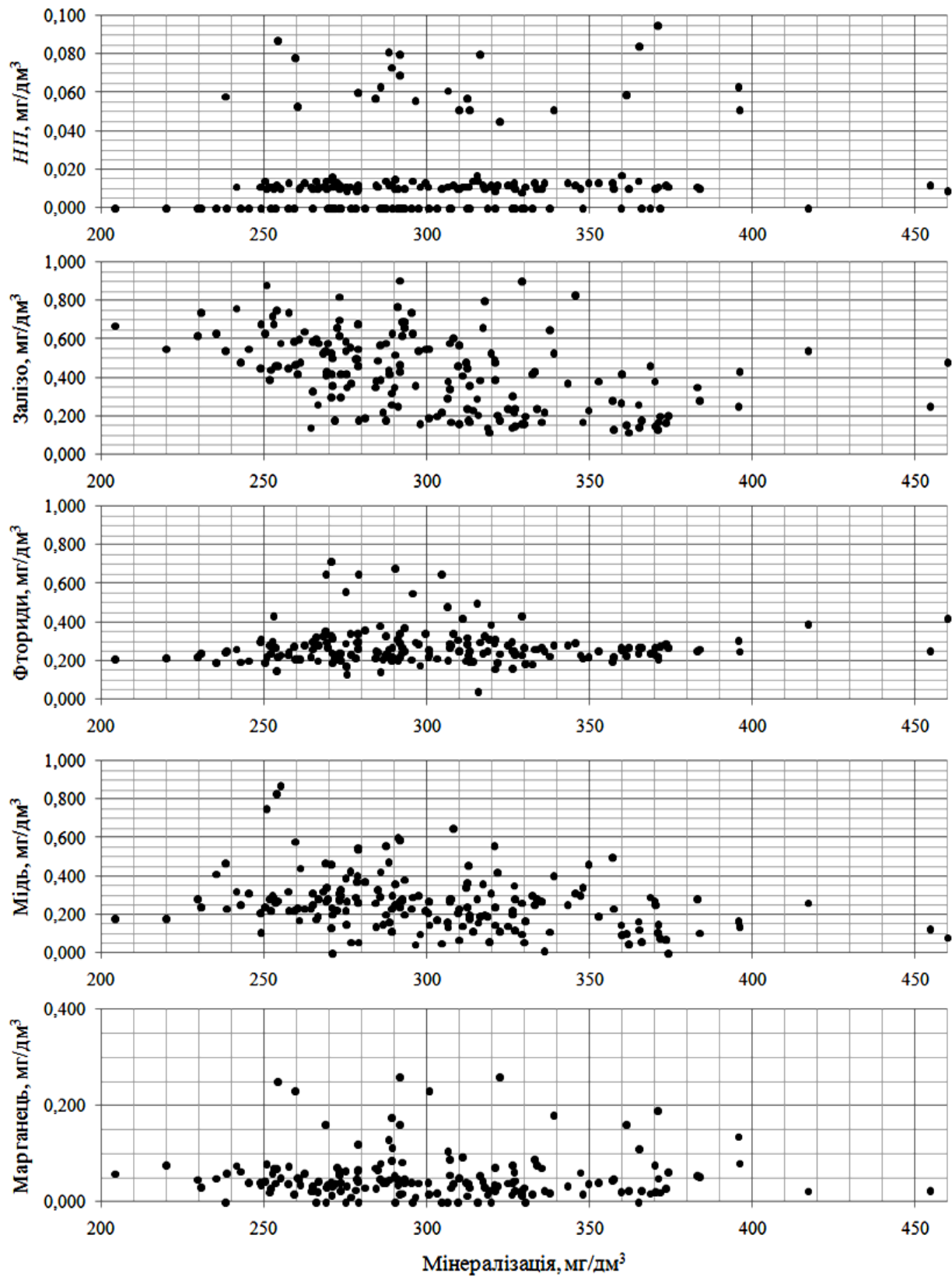


Рис.4.21 – Зв'язок деяких показників з мінералізацією

Інші показники, до яких відносяться XCK , NH_4^+ , нітріти, колі-індекс, мікробне число, HPI , залізо, фториди, мідь, марганець, молібден та алюміній взагалі не мають зв'язку з мінералізацією (рис.4.22).





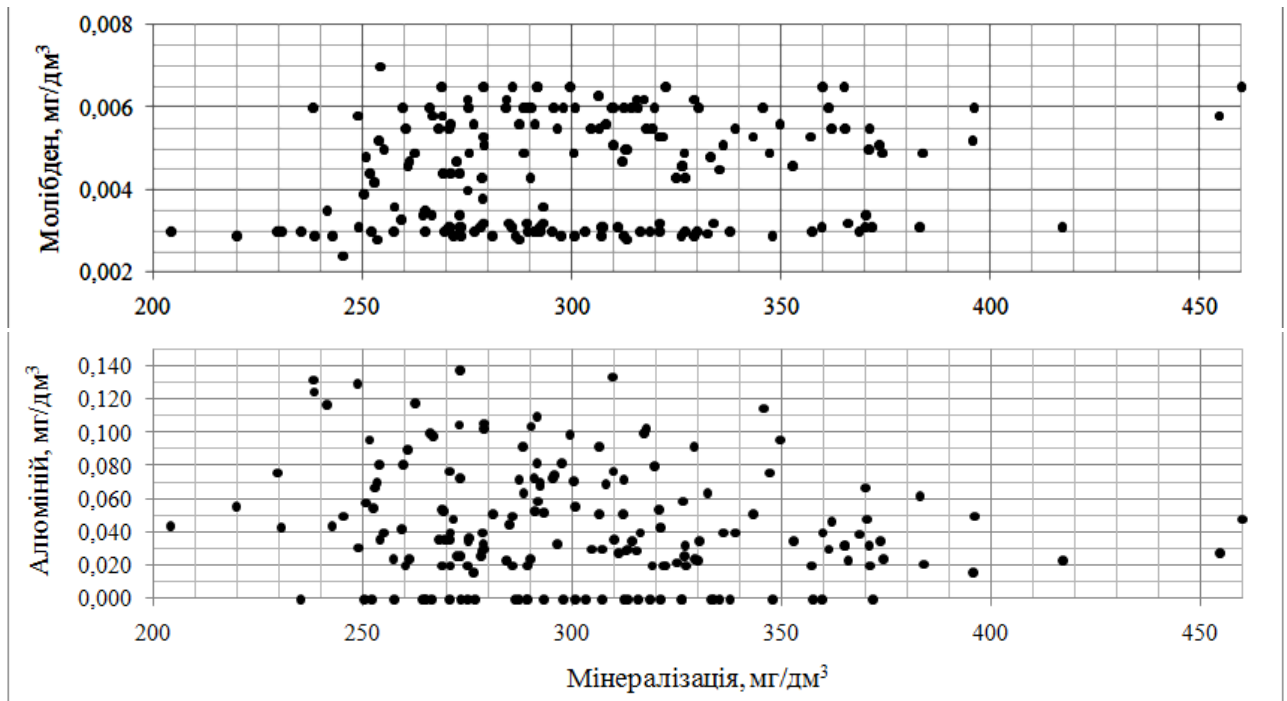


Рис.4.22 – Зв'язок інших показників з мінералізацією

4.3 Вибір апроксимаційних законів розподілу показників якості вод

У таблицях 4.1 і 4.2 представлені результати розрахунків параметрів законів розподілу, а також показник щільності апроксимації S_n .

Аналіз таблиці показує, що для значної більшості показників якості вод логнормальний закон розподілу краще апроксимує результати спостережень ніж закон Вейбула: значення показника S_n (15) для цього закону менш ніж для закону Вейбула, крім таких показників як нітрати, алюміній, мідь та розчинений кисень.

Таблиця 4.1 – Параметри логнормального закону розподілу і щільність зв'язку [21]

№ п/п	Показник	Логнормальний		
		$(\ln C)_{cp}$	$\sigma(\ln C)$	S/C_{cp}
1	Натрій і калій	3,424	0,290	0,051
2	Залізо	-0,9806	0,521	0,090
3	Нітрити	-3,046	0,778	0,020
4	Нитрати	2,066	0,236	0,023
5	Сульфати	4,302	0,208	0,052
6	Хлориди	3,612	0,190	0,021
7	Алюміній	-3,061	0,595	0,159
8	Сухий залишок	5,961	0,150	0,019
9	Аміак	-1,289	0,395	0,113
10	Фториди	-1,325	0,387	0,129
11	Мідь	-1,507	0,740	0,190
12	Марганець	-2,850	0,720	0,307
13	Молібден	-5,202	0,117	0,023
14	Розчинний кисень	2,213	0,244	0,055
15	БПК ₂₀	1,223	0,316	0,062
16	ХПК	3,187	0,247	0,028
17	Нафтопродукти	-4,026	0,761	0,411

Апроксимація результатів спостережень за законом Вейбула з використанням формули (5) більш щільна, ніж з використанням формули (4). Цей результат є закономірним, оскільки параметри формулі (5) розраховані методом найменших квадратів. Тобто використання середнього значення ряду спостережень при розрахунку параметрів закону розподілу Вейбула приводить до більшої погрішності при апроксимації емпіричних даних.

Таблиця 4.2 – Параметри закону розподілу Вейбула і щільність зв'язку [21]

№ п/п	Показник	Вейбула				
		β	α^*_1	S/C_{cp}	α^*_2	S/C_{cp}
1	Натрій і калій	4,000	-14,26	0,088	-13,86	0,131
2	Залізо	2,280	1,676	0,103	1,948	0,174
3	Нітрити	1,550	4,161	0,101	4,332	0,173
4	Нитрати	5,015	-10,92	0,023	0,051	0,099
5	Сульфати	5,506	-24,25	0,084	-23,81	0,115
6	Хлориди	6,188	-22,91	0,049	-22,46	0,087
7	Алюміній	2,003	5,572	0,140	5,792	0,159
8	Сухий залишок	7,811	-47,12	0,041	-46,64	0,072
9	Аміак	2,785	3,030	0,179	3,355	0,224
10	Фториди	2,854	3,222	0,185	3,572	0,220
11	Мідь	1,616	1,876	0,075	2,067	0,153
12	Марганець	1,648	4,135	0,438	4,242	0,433
13	Молибден	10,12	52,11	0,024	52,60	0,053
14	Розчинний кисень	4,807	-11,20	0,048	-10,78	0,099
15	БПК ₂₀	3,751	-5,148	0,088	-4,773	0,134
16	ХПК	4,822	-15,93	0,042	-15,51	0,097
17	Нафтопродукти	1,231	4,394	0,392	4,524	0,425

Експоненціальний і нормальний закони розподілу не розглядаються, оскільки дослідження показали, що щільність зв'язку апроксимацій за цими законами гірше ніж за законами Вейбула і логнормальним.

Зробимо тепер останню перевірку: розрахуємо значення усіх показників якості вод з 10% забезпеченістю (C_{10}) та порахуємо, скільки спостерігатиметься перевищень цих значень за результатами спостережень (табл. 4.3).

Із таблиці 3 видно, що обидва закони достатньо гарно відображають розподіл крайніх членів ряду (значень ряду з малою забезпеченістю). Однак, розраховані за логнормальним законом C_{10} мають середню емпіричну забезпеченість рівну 9,9%, що практично збігається з забезпеченістю, яка була задана. За законом Вейбула емпірична забезпеченість дорівнює 11,5%. Це декілька більше. Тому, для характеристики розподілу значень показників якості вод річки Дністер ліпше використовувати логнормальний закон [21].

Таблиця 4.3 – Вірогідність перевищення C_{10} за даними спостережень [21]

№ п/п	Показник	Логнормальний				Вейбула			
		C_{10} , мг/дм ³	n	N	n/N , %	C_{10} , мг/дм ³	n	N	n/N , %
1	Натрій і калій	44,5	6	98	6,1	43,5	9	98	9,2
2	Залізо	0,731	7	98	7,1	0,691	8	98	8,2
3	Аміак	0,457	11	98	11,2	0,454	11	98	11,2
4	Нітрити	0,129	6	98	6,1	0,117	9	98	9,2
5	Нитрати	10,7	9	98	9,2	10,4	10	98	10,2
6	Сульфати	96,4	8	98	8,2	95,1	8	98	8,2
7	Хлориди	47,3	8	98	8,2	46,4	9	98	9,2
8	Алюміній	0,100	10	92	10,9	0,094	16	92	17,4
9	Сухий залишок	470	11	98	11,2	464	11	98	11,2
10	Фториди	0,436	9	98	9,2	0,433	9	98	9,2
11	Мідь	0,572	7	96	7,3	0,525	11	96	11,5
12	Марганець	0,145	11	69	15,9	0,135	12	69	17,4
13	Молібден	0,064	11	98	11,2	0,063	12	98	12,2
14	Розчинний кисень	5,54	1	98	1,0	6,13	4	98	4,1
15	БПК ₂₀	5,09	12	97	12,4	4,93	14	97	14,4
16	ХПК	33,2	9	98	9,2	32,3	14	98	14,3
17	Нафтопродукти	0,047	23	97	23,7	0,055	18	97	18,6
	Середнє значення				9,89				11,51
	Стандартне відхилення (σ)				4,80				3,84
	$\sigma/(n)^{0,5}$				1,16				0,93
	Верхня межа 95% довірчого інтервалу				12,22				13,38
	Нижня межа 95% довірчого інтервалу				7,56				9,65

4.4 Розподіл показників з вираженою сезонною мінливістю

В результаті аналізу були вибрані показники з вираженою сезонною мінливістю, це: Ca^{2+} , Mg^{2+} , $Na^{+}+K^{+}$, HCO_3^{-} , SO_4^{2-} , Cl^{-} , O_2 , BCK_{20} , Fe , мінералізація. Розподіл цих показників представлено наступним чином:

а) знайдені середньорічні значення показників за 2001-2015 рр і розраховані параметри багаторічного розподілу цих значень (рис. 4.23-4.25);

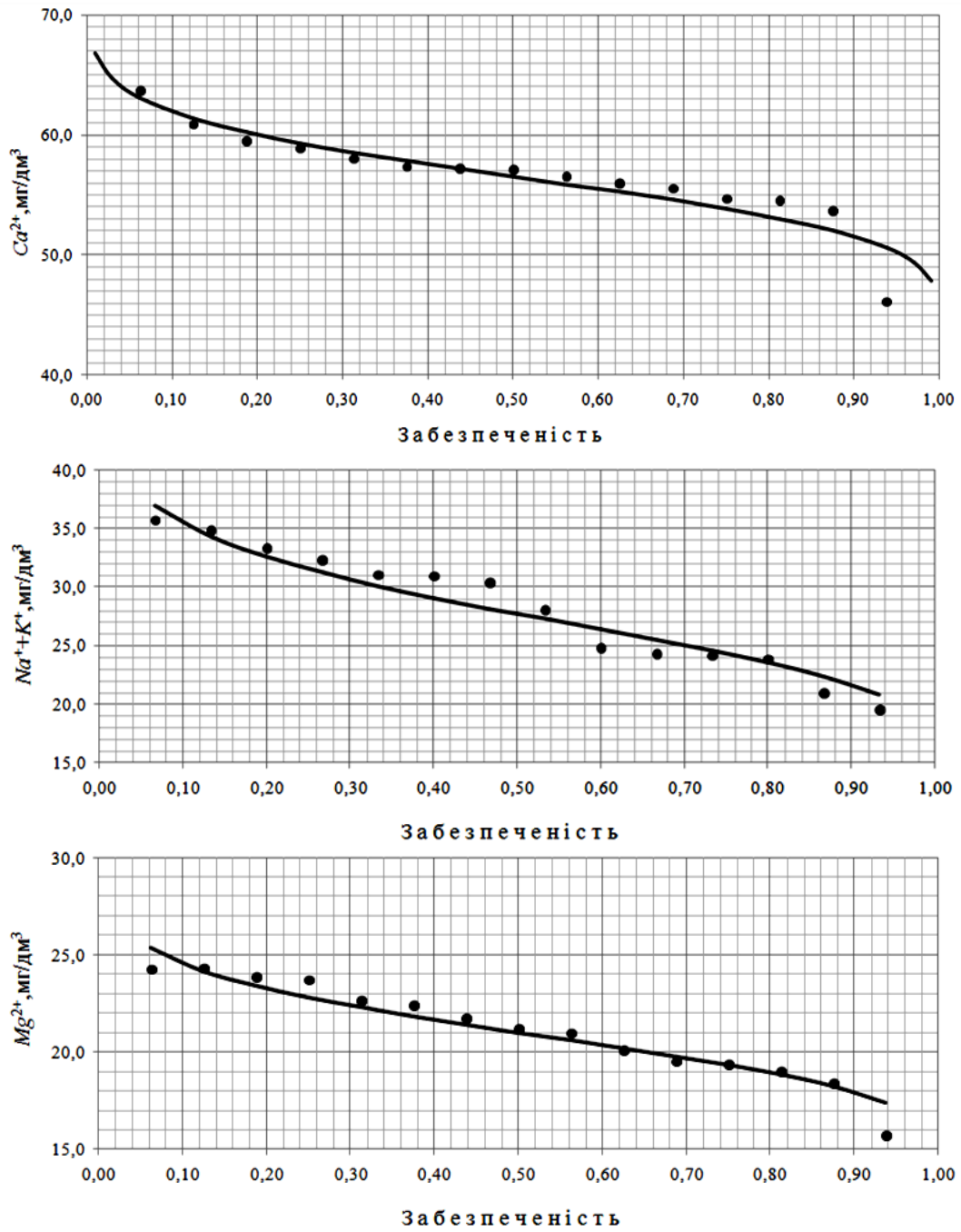


Рис. 4.23 – Багаторічний розподіл Ca^{2+} , $Na^{+}+K^{+}$, Mg^{2+}

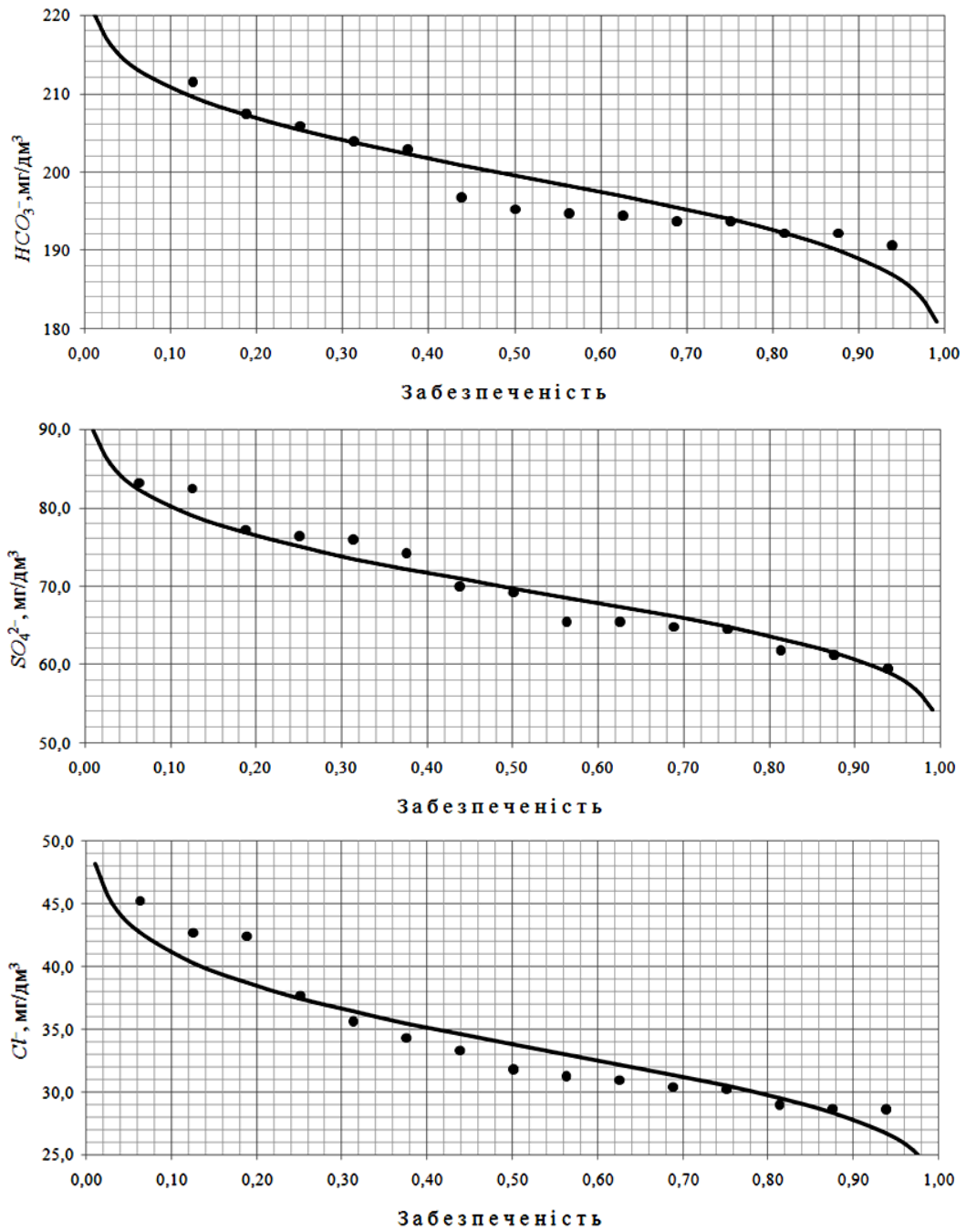


Рис.4.24 - Багаторічний розподіл HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-

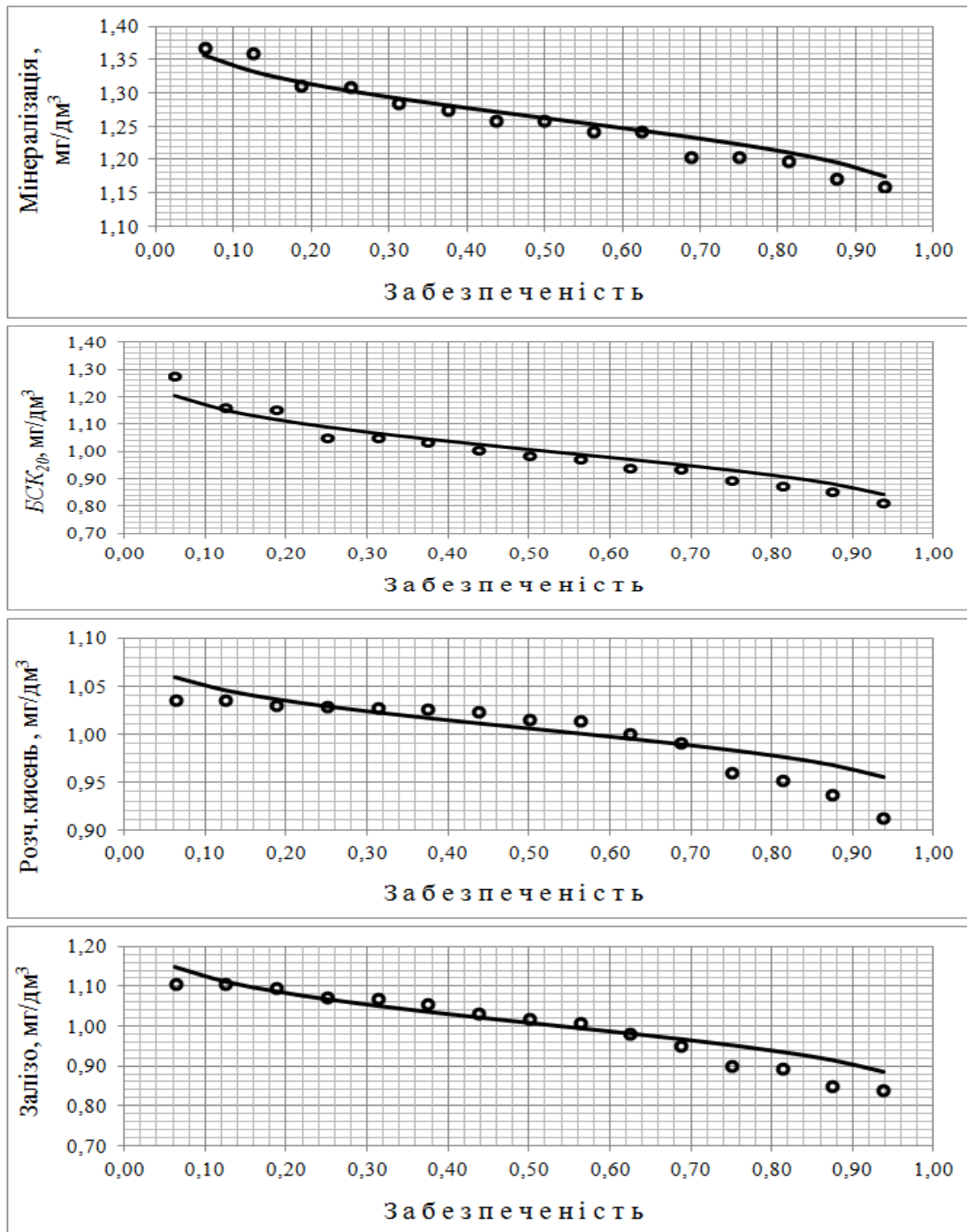


Рис.4.25 - Багаторічний розподіл мінералізація, BCK_{20} , O_2 , Fe

б) Результати спостережень були нормовані (розділені) за середньорічними значеннями (табл. 4.4-4.13). За кожен рік нормовані рядки були ранжируванні у спадному порядку. Далі внутрішньорічний розподіл був узагальнений для кожного показника і оцінено параметри внутрішньорічного розподілу (табл.4.14). Узагальнений розподіл показано на рис. 4.26-4.28 [23].

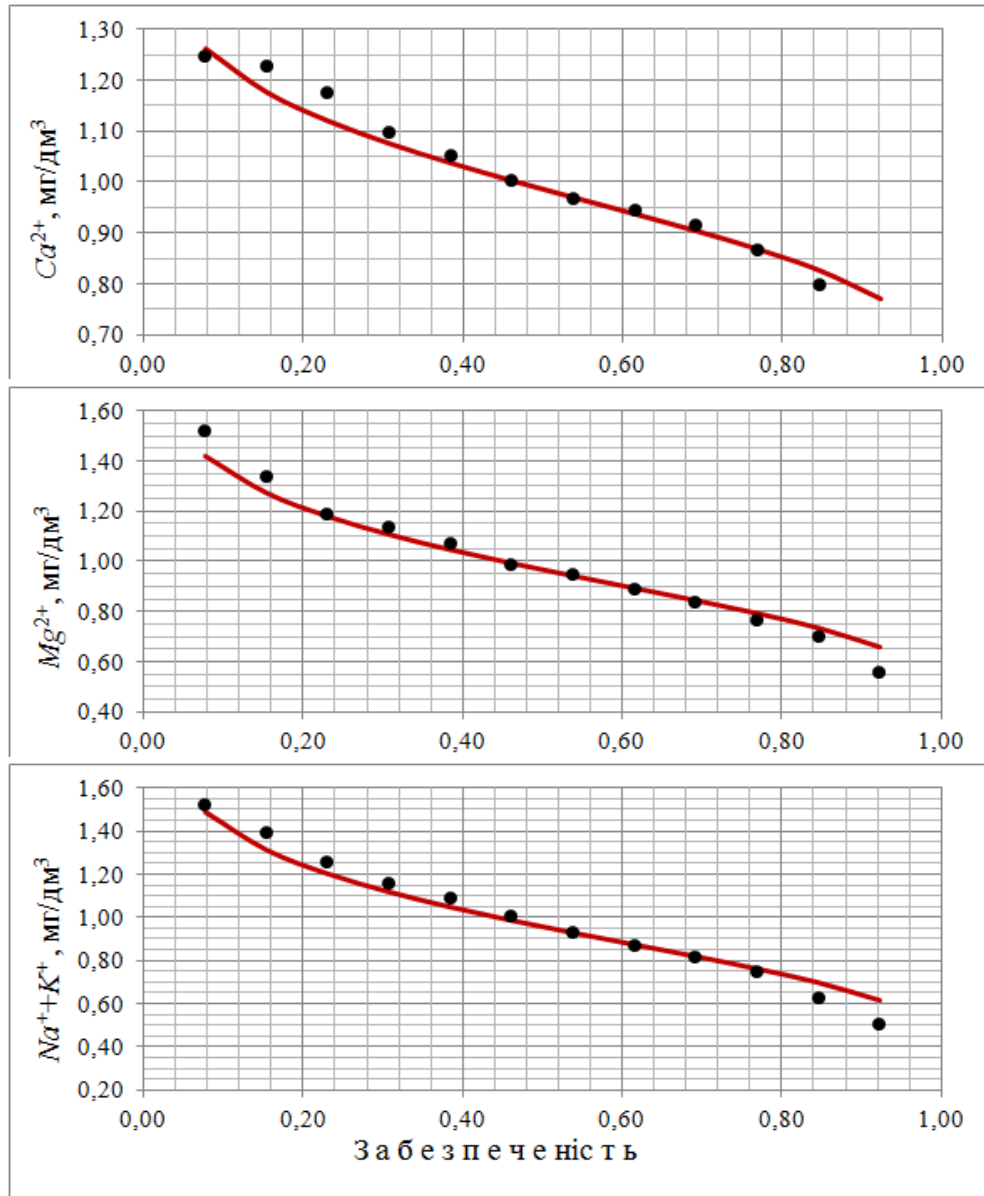


Рис.4.27 – Внутрішньорічний розподіл Ca^{2+} , Mg^{2+} , $Na^{+}+K^{+}$

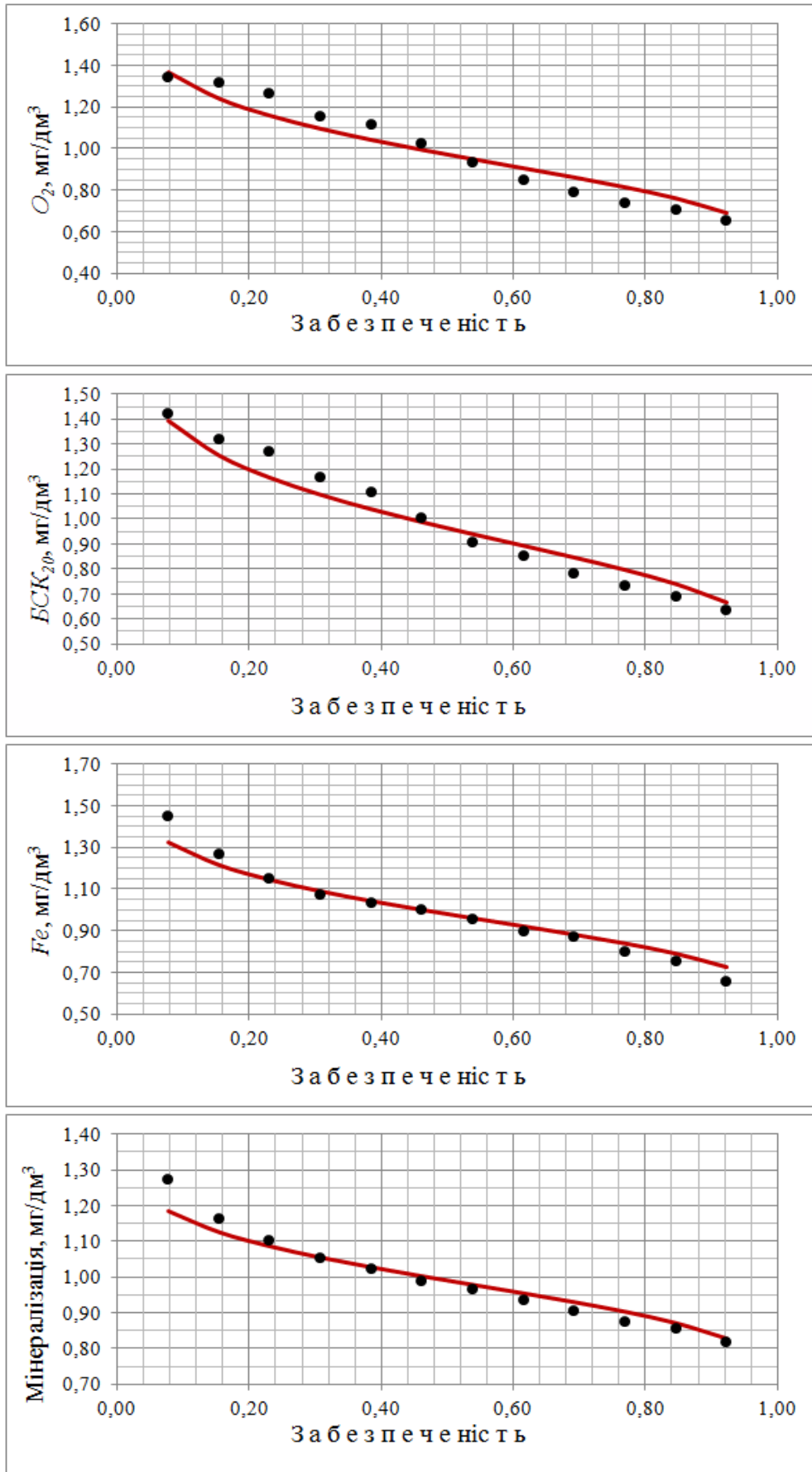


Рис.4.28 – Внутрішньорічний розподіл O_2 , $БСК_{20}$, Fe , мінералізація

Таблиця 4.4 – Концентрація іонів Ca^{2+} в частках від C_{CP}

№ п/п	Концентрація Ca^{2+} в частках від середньорічного значення (C_{CP})														
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	1,19	1,11	1,09	1,19	0,94	1,14	1,25	0,97	1,37	0,99	1,14	1,18	1,61	1,02	1,03
2	1,17	1,29	1,21	1,14	1,05	1,14	1,28	1,04	1,28	1,12	1,21	1,21	0,85	1,17	1,14
3	1,04	1,29	1,01	1,27	1,06	1,22	0,95	0,94	0,88	1,07	1,30	1,18	0,83	1,17	1,21
4	1,14	1,13	1,16	0,82	1,22	1,01	1,23	1,09	1,26	1,12	0,53	1,29	0,87	1,00	1,14
5	1,16	1,09	0,91	0,95	1,10	1,03	1,01	0,80	0,60	0,88	1,30	0,86	0,63	1,10	0,84
6	0,74	0,99	0,93	0,99	0,99	0,93	0,79	1,11	0,90	0,83	1,11	0,75	0,39	1,02	1,05
7	0,85	0,47	0,80	0,86	0,92	0,93	0,99	0,66	0,78	0,98	0,70	0,85	0,89	0,89	0,91
8	0,85	0,64	0,94	0,86	0,50	0,70	0,70	1,04	0,90	0,85	0,93	0,70	0,67	0,92	0,88
9	0,88	1,00	1,04	0,93	0,99	0,87	0,95	1,07	0,87	0,99	0,89	0,86	1,07	1,00	0,86
10	0,97	0,91	0,99	1,01	0,99	0,93	1,04	0,75	0,92	1,10	0,91	0,92	1,50	0,86	0,98
11	1,00	0,97	0,93	0,99	1,08	1,01	0,90	1,21	1,06	0,99	0,95	1,07	1,09	0,86	0,98
12	1,02	1,11	0,98	0,99	1,15	1,10	0,92	1,33	1,17	1,09	1,04	1,14	1,61	0,99	0,98
C_{CP}	58,0	55,9	59,5	53,7	56,5	57,4	54,7	58,9	55,5	63,7	57,1	54,5	46,1	60,9	57,2

Таблиця 4.5 – Концентрація іонів Mg^{2+} в частках від C_{CP}

№ п/п	Концентрація Mg^{2+} в частках від середньорічного значення (C_{CP})														
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	1,08	1,08	0,72	1,25	0,83	0,88	1,32	1,20	0,90	0,83	0,92	1,00	0,50	1,33	1,10
2	1,25	0,67	1,26	1,38	0,99	1,60	0,94	1,28	0,80	1,36	0,98	0,87	1,32	1,13	0,99
3	1,55	1,08	1,03	1,30	1,45	1,21	1,54	1,05	1,63	1,12	1,01	1,25	1,50	1,42	1,04
4	1,20	1,00	0,95	1,36	0,83	1,33	1,16	1,01	0,64	1,02	1,87	1,62	1,30	1,13	1,15
5	0,88	0,79	1,03	1,06	1,13	0,76	1,16	1,35	1,76	1,32	0,56	1,15	1,22	1,36	1,83
6	1,43	0,90	0,89	1,00	0,75	0,57	1,04	0,43	0,77	0,69	0,70	1,28	1,45	0,87	0,89
7	0,88	1,28	1,18	0,81	0,86	0,70	0,69	1,28	0,99	0,73	1,40	0,62	0,93	0,93	0,71
8	0,78	1,28	0,98	0,76	1,29	0,97	1,13	0,27	0,77	0,73	0,87	0,94	1,03	0,58	0,87
9	0,78	0,87	0,92	0,65	0,81	0,91	0,94	0,89	0,90	0,96	1,15	1,03	0,78	0,84	0,99
10	0,80	1,05	0,95	0,71	1,07	1,18	0,16	1,47	1,06	0,99	1,12	1,12	0,32	0,75	0,82
11	0,75	1,03	1,06	0,95	0,94	1,03	0,91	0,78	0,99	1,22	0,73	0,62	1,05	0,96	0,82
12	0,63	0,97	1,03	0,76	1,05	0,88	1,01	1,01	0,80	1,02	0,70	0,50	0,60	0,70	0,79
C_{CP}	24,3	23,7	21,2	22,4	22,6	20,1	19,4	15,7	19,0	18,4	21,7	19,5	24,3	21,0	23,9

Таблиця 4.6 – Концентрація іонів $Na^{+}+K^{+}$ в частках від C_{CP}

№ п/п	Концентрація $Na^{+}+K^{+}$ в частках від середньорічного значення (C_{CP})														
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
1	1,29	1,09	1,05	0,59	1,01	0,78	1,04	1,17	0,92	0,55	0,47	0,87	0,70	1,43	
2	1,12	0,86	2,06	0,75	0,97	0,64	0,72	1,28	1,16	1,46	1,70	1,34	1,45	1,37	
3	1,43	1,17	1,29	0,90	0,83	1,76	1,06	1,28	1,20	1,23	1,09	0,90	0,51	0,27	
4	0,89	0,63	1,14	1,05	0,93	0,92	0,86	1,54	1,02	1,78	1,02	1,49	1,19	0,99	
5	0,71	0,85	0,69	1,26	0,85	0,75	0,91	0,91	0,91	0,52	1,31	0,82	0,92	0,71	
6	0,88	0,66	0,70	0,95	0,81	0,81	0,68	0,75	1,00	1,12	0,97	0,67	0,38	0,82	
7	0,90	1,06	0,79	1,24	1,31	0,81	0,83	0,91	1,00	1,33	0,97	1,55	1,36	1,25	
8	0,84	1,00	0,73	1,00	1,07	0,85	1,03	0,90	1,39	0,83	0,86	1,10	0,94	0,91	
9	0,83	1,22	0,85	1,05	1,30	1,02	0,85	0,26	1,22	0,59	0,79	0,45	0,39	0,26	
10	1,03	1,34	0,64	0,85	0,60	1,23	1,67	0,95	1,22	0,41	0,81	0,40	0,70	1,19	
11	0,99	1,34	1,17	1,18	1,05	0,95	1,41	1,23	0,50	1,20	1,00	1,11	1,59	1,30	
12	1,08	0,78	0,88	1,18	1,26	1,51	0,91	0,82	0,45	0,98	1,02	1,29	1,86	1,50	
C_{CP}	30,9	28,1	32,3	34,9	31,1	35,7	33,4	30,4	24,2	19,6	24,8	24,3	21,0	23,9	

Таблиця 4.7 – Концентрація іонів HCO_3^{2-} в частках від C_{CP}

№ п/п	Концентрація HCO_3^{2-} в частках від середньорічного значення (C_{CP})														
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	1,15	1,17	1,00	1,07	0,93	0,98	1,23	1,02	1,09	0,83	0,98	1,04	1,04	1,11	1,09
2	1,24	1,14	1,10	1,10	1,02	1,21	1,02	1,06	1,13	1,17	1,10	1,20	1,00	1,11	1,05
3	1,18	1,05	1,22	1,10	1,11	1,16	1,17	1,02	1,19	1,05	1,15	1,13	1,27	1,11	1,18
4	1,12	1,08	1,10	1,07	1,08	1,10	1,17	1,12	1,09	1,08	1,04	1,20	1,07	1,05	1,18
5	1,00	1,02	0,91	1,20	1,02	0,92	1,08	1,09	0,97	0,95	1,10	0,98	0,91	1,11	1,09
6	0,94	0,92	0,85	1,01	0,93	0,86	0,87	0,92	0,94	0,89	0,98	0,94	0,85	1,31	0,93
7	0,82	0,79	0,88	0,91	0,99	0,86	0,87	0,90	0,87	0,86	1,10	0,85	0,94	0,91	0,84
8	0,82	0,95	0,94	0,85	0,84	0,83	0,84	0,83	0,94	0,89	0,92	0,91	0,88	0,80	0,87
9	0,82	0,95	1,00	0,85	0,99	0,95	0,90	0,86	0,88	0,98	0,92	0,85	0,82	0,83	0,87
10	0,94	0,98	0,94	0,91	0,99	1,04	0,90	0,93	0,97	1,05	0,87	0,94	0,91	0,83	0,93
11	1,00	0,95	1,07	0,98	0,99	1,04	1,02	1,12	0,97	1,11	0,89	0,98	1,13	0,91	0,96
12	0,97	0,98	1,00	0,94	1,14	1,07	0,90	1,12	0,97	1,14	0,95	0,98	1,19	0,91	1,02
C_{CP}	207	192	195	194	204	206	203	191	195	192	212	194	195	220	197

Таблиця 4.8 – Концентрація іонів SO_4^{2-} в частках від C_{CP}

№ п/п	Концентрація SO_4^{2-} в частках від середньорічного значення (C_{CP})														
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	1,25	1,00	0,87	1,05	0,83	0,94	1,19	1,14	1,30	1,03	0,92	1,13	0,97	1,27	0,97
2	1,21	0,72	1,76	1,11	0,99	1,02	1,11	1,39	1,14	1,35	1,46	1,07	1,30	1,32	1,05
3	1,61	1,38	1,22	1,51	1,17	1,61	1,31	1,05	1,12	1,22	1,23	1,29	0,90	1,11	1,12
4	1,14	0,77	1,03	1,22	0,96	1,02	1,04	1,28	0,79	1,54	1,13	1,80	1,05	0,95	1,38
5	0,83	0,90	0,81	1,01	1,21	0,77	0,89	0,70	1,11	0,98	1,11	0,84	0,86	1,08	1,00
6	1,09	0,99	0,88	0,84	0,83	0,66	0,71	0,79	0,78	0,75	0,82	0,79	0,64	0,78	0,99
7	0,89	0,94	0,93	0,88	0,83	0,77	0,85	0,88	0,93	0,65	0,81	1,00	1,10	0,91	0,89
8	0,70	0,93	0,85	0,80	0,99	0,78	0,98	0,87	1,01	0,75	0,81	0,69	0,76	0,70	0,99
9	0,73	1,13	0,92	0,87	1,05	0,91	0,97	0,87	1,09	0,90	0,91	0,79	0,87	0,79	0,90
10	0,89	1,11	0,83	0,74	0,83	1,20	0,98	0,88	1,06	0,90	1,18	0,73	0,87	0,97	0,96
11	0,85	1,17	0,98	0,99	1,07	0,98	1,03	1,06	0,83	1,01	0,84	0,91	1,25	1,03	0,73
12	0,83	0,95	0,92	0,99	1,23	1,35	0,95	1,09	0,84	0,93	0,79	0,97	1,43	1,08	1,04
C_{CP}	76,0	76,4	82,5	83,2	74,3	77,2	69,2	65,5	61,3	70,0	64,5	61,8	59,5	64,9	65,5

Таблиця 4.9 – Концентрація іонів Cl^- в частках від C_{CP}

№ п/п	Концентрація Cl^- в частках від середньорічного значення (C_{CP})														
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	1,06	1,07	1,02	1,18	1,16	1,01	1,06	1,16	1,11	1,09	0,96	1,02	1,09	1,05	1,01
2	1,08	0,97	1,30	1,29	1,11	1,08	0,95	1,36	0,99	1,18	1,09	1,05	1,32	1,19	1,06
3	1,14	1,17	1,39	0,95	1,21	1,50	1,12	1,17	1,22	1,34	1,27	1,07	1,11	1,22	1,09
4	1,07	1,08	1,15	0,76	1,06	1,14	1,16	1,12	1,11	1,10	1,01	1,35	1,09	1,18	1,17
5	1,06	0,95	0,99	0,68	0,99	1,11	1,04	1,05	1,05	1,08	0,88	1,07	0,88	0,95	1,04
6	0,97	0,87	0,88	0,97	0,90	0,84	0,89	0,87	0,96	0,93	0,82	0,95	0,80	0,98	1,00
7	0,97	0,77	0,88	1,16	0,89	0,78	0,89	0,90	0,86	0,83	0,98	0,96	0,84	1,01	0,96
8	0,93	0,84	0,83	1,05	0,81	0,87	0,93	0,79	0,86	0,73	0,89	0,91	0,93	0,87	0,96
9	0,99	0,95	0,82	0,93	0,84	0,81	0,90	0,79	0,89	0,84	0,95	0,88	0,91	0,83	0,92
10	0,98	1,06	0,88	0,98	1,00	0,93	0,98	0,81	0,95	0,82	1,05	0,85	1,01	0,86	0,90
11	0,91	1,07	0,81	1,04	0,96	0,95	1,02	0,98	0,99	0,98	1,08	0,90	0,93	0,91	0,95
12	0,86	1,19	1,03	1,00	1,07	0,98	1,06	1,00	1,01	1,08	1,02	1,00	1,07	0,95	0,93
C_{CP}	42,4	42,7	45,3	37,7	35,6	34,3	33,3	31,3	30,2	28,7	30,4	29,0	28,7	31,0	31,8

Таблиця 4.10 – Концентрація іонів мінералізації в частках від C_{CP}

№ п/п	Концентрація Cl^- в частках від середньорічного значення (C_{CP})														
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	1,20	1,06	0,99	1,04	0,92	0,97	1,20	1,08	1,17	0,90	0,95	1,07	1,05	1,21	1,04
2	1,18	1,30	1,47	1,08	1,00	1,10	1,05	1,18	1,13	1,25	1,26	1,14	1,14	1,23	1,07
3	1,28	1,19	1,15	1,20	1,09	1,39	1,19	1,05	1,14	1,13	1,18	1,15	0,99	1,09	1,14
4	1,10	0,94	1,11	1,02	1,05	1,06	1,10	1,20	1,01	1,25	1,01	1,45	1,08	1,04	1,21
5	0,97	0,93	0,87	1,05	1,05	0,88	1,00	0,93	0,97	0,94	1,01	0,92	0,89	1,12	1,09
6	0,94	0,92	0,86	0,97	0,88	0,80	0,81	0,88	0,88	0,84	0,95	0,87	0,75	0,73	0,96
7	0,87	0,78	0,87	0,95	0,94	0,83	0,86	0,86	0,88	0,87	0,96	0,94	1,00	0,98	0,89
8	0,82	0,85	0,89	0,87	0,82	0,80	0,90	0,85	0,97	0,81	0,96	0,83	0,84	0,84	0,96
9	0,84	1,01	0,96	0,90	1,02	0,92	0,92	0,84	0,96	0,92	0,94	0,82	0,84	0,83	0,85
10	0,94	1,03	0,88	0,88	0,89	1,08	0,99	0,92	1,02	0,96	0,96	0,85	0,94	0,91	0,91
11	0,93	1,03	1,01	1,03	1,11	1,00	1,03	1,12	0,92	1,08	0,89	0,95	1,17	0,99	0,90
12	0,93	0,97	0,95	1,00	1,23	1,17	0,94	1,10	0,92	1,05	0,92	1,00	1,31	1,03	0,99
C_{CP}	309	304	312	305	303	327	311	297	286	296	304	287	274	303	305

Таблиця 4.11 – Концентрація іонів O_2 в частках від C_{CP}

№ п/п	Концентрація O_2 в частках від середньорічного значення (C_{CP})														
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	1,28	1,35	1,10	1,27	1,28	1,36	1,25	1,44	1,30	1,33	1,35	1,29	1,37	1,39	1,28
2	1,28	1,33	1,02	1,30	1,39	1,41	1,27	1,38	1,25	1,34	1,33	1,42	1,19	1,41	1,26
3	1,17	1,21	1,27	1,30	1,36	1,38	1,28	1,28	1,19	1,36	1,37	1,45	1,33	0,97	1,23
4	1,05	1,08	1,22	1,14	1,17	1,10	1,06	1,13	1,22	1,11	1,11	1,09	1,21	1,17	1,23
5	0,93	0,96	0,97	0,92	0,94	0,99	0,83	1,02	1,06	0,91	0,99	0,97	0,87	0,87	1,23
6	0,76	0,71	1,10	0,77	0,75	0,63	0,67	0,78	0,75	0,77	0,71	0,77	0,87	0,70	0,70
7	0,70	0,73	0,64	0,72	0,71	0,70	0,76	0,73	0,76	0,52	0,74	0,75	0,70	0,75	0,73
8	0,68	0,75	0,74	0,73	0,70	0,68	0,74	0,56	0,74	0,64	0,73	0,73	0,74	0,67	0,63
9	0,84	0,87	0,83	0,79	0,70	0,75	0,79	0,74	0,75	0,81	0,69	0,76	0,75	0,78	0,72
10	0,92	0,87	0,95	0,90	0,87	0,82	0,94	0,85	0,82	0,90	0,77	0,79	0,88	0,86	0,85
11	1,10	1,03	0,95	0,98	1,05	1,07	1,11	0,96	1,00	1,13	1,05	0,86	0,94	1,14	1,00
12	1,29	1,11	1,23	1,18	1,08	1,10	1,30	1,14	1,15	1,19	1,17	1,12	1,15	1,29	1,15
C_{CP}	9,39	8,66	9,25	9,50	9,58	9,49	9,59	9,38	9,53	9,52	9,47	9,16	8,81	8,44	8,88

Таблиця 4.12 – Концентрація іонів Fe в частках від C_{CP}

№ п/п	Концентрація Fe в частках від середньорічного значення (C_{CP})														
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	0,86	0,99	0,79	0,10	1,90	1,25	0,99	0,95	0,96	0,76	0,68	1,08	1,08	1,04	1,05
2	1,03	1,04	1,33	0,45	1,90	1,09	0,91	1,10	1,00	0,87	0,85	0,93	0,90	1,06	1,26
3	1,16	0,96	0,81	0,59	1,26	1,01	0,77	1,15	0,82	0,98	0,75	0,89	1,01	1,04	0,88
4	1,07	0,60	0,92	0,75	0,96	0,93	1,02	0,98	0,73	1,02	0,99	1,50	0,94	1,14	1,01
5	0,89	0,91	2,26	0,94	0,70	0,89	0,73	0,65	1,05	1,14	0,92	1,16	0,88	0,86	0,76
6	1,30	1,11	1,04	1,35	0,82	0,85	1,02	1,05	1,08	0,72	0,92	1,20	0,96	0,83	1,22
7	1,36	1,02	1,00	1,66	0,73	0,93	1,08	1,15	1,53	0,93	0,92	1,04	1,10	1,10	1,02
8	0,84	0,87	1,07	0,80	0,88	1,13	1,24	0,75	1,21	0,98	1,06	0,96	1,01	1,03	1,01
9	0,80	0,86	1,07	1,37	0,73	0,89	1,21	1,10	1,03	0,91	1,30	0,73	1,10	0,92	1,15
10	0,84	1,34	0,54	1,59	0,55	1,01	1,24	1,03	0,89	0,92	1,26	0,77	1,05	0,90	0,90
11	0,99	1,06	0,62	1,22	0,73	1,01	1,06	1,30	0,92	1,17	1,13	0,93	0,72	0,98	0,85
12	0,86	1,24	0,56	1,17	0,85	1,05	0,73	0,80	0,78	1,59	1,23	0,81	1,23	1,10	0,89
C_{CP}	0,43	0,39	0,45	0,41	0,46	0,48	0,39	0,44	0,44	0,48	0,46	0,48	0,47	0,36	0,37

Таблиця 4.13 – Концентрація іонів BCK_{20} в частках від C_{CP}

№ п/п	Концентрація BCK_{20} в частках від середньорічного значення (C_{CP})														
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	1,23	1,14	0,88	1,30	1,06	1,14	1,22	1,40	1,07	1,21	1,32	0,96	0,99	1,16	1,10
2	1,22	1,24	1,05	1,31	1,31	1,32	1,36	1,49	1,34	1,42	1,36	1,20	1,19	1,38	1,16
3	1,39	1,25	1,36	1,41	1,48	1,33	1,42	1,33	1,12	1,39	1,45	1,42	1,22	1,51	1,04
4	1,04	1,16	1,40	1,26	1,36	1,49	1,34	1,11	1,15	1,47	1,10	1,30	1,30	1,16	1,04
5	1,33	1,00	1,22	1,14	1,12	1,18	1,15	1,06	1,31	1,23	1,15	1,11	1,14	1,17	1,04
6	0,91	0,98	1,79	1,01	1,01	0,90	0,80	0,96	1,37	1,02	0,99	1,16	1,14	0,80	0,87
7	0,74	0,77	0,59	0,82	0,77	0,78	0,80	0,74	0,80	0,50	0,71	0,73	0,86	0,73	0,80
8	0,64	0,72	0,69	0,85	0,76	0,63	0,77	0,64	0,71	0,63	0,64	0,86	0,76	0,84	0,86
9	0,70	0,51	0,65	0,69	0,78	0,53	0,71	0,76	0,60	0,84	0,65	0,88	0,90	0,85	1,08
10	0,75	0,89	0,73	0,54	0,66	0,56	0,82	0,86	0,70	0,54	0,55	0,77	0,84	0,80	0,85
11	1,00	1,13	0,88	0,77	0,89		0,70	0,77	0,84	0,89	0,88	0,89	0,81	0,71	1,02
12	1,05	1,23	0,75	0,90	0,79	1,12	0,91	0,89		0,87	1,19	0,72	0,86	0,89	1,13
C_{CP}	2,78	0,39	0,45	0,41	0,46	0,48	0,39	0,44	0,44	0,48	0,46	0,48	0,47	0,36	0,37

Таблиця 4.14– Узагальнений внутрішньорічний розподіл окремих показників якості вод (значення показників з забезпеченістю F виражене в частках від середньорічних значень)

F , част.	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^{+}+K^{+}$	HCO_3^{-}	SO_4^{2-}	Cl^{-}	Мінер.	O_2	BCK_{20}	NO_3^{-}	$Fe_{заг}$	pH
0,08	1,27	1,51	1,58	1,20	1,47	1,27	1,28	1,35	1,43	1,42	1,84	1,02
0,15	1,23	1,36	1,37	1,14	1,24	1,14	1,17	1,32	1,32	1,27	1,52	1,02
0,23	1,17	1,20	1,24	1,11	1,14	1,11	1,10	1,27	1,27	1,19	1,37	1,01
0,31	1,09	1,15	1,17	1,07	1,07	1,06	1,06	1,17	1,17	1,13	1,28	1,01
0,38	1,05	1,08	1,10	1,03	1,04	1,04	1,03	1,12	1,11	1,06	1,20	1,00
0,46	1,00	0,99	1,01	1,01	0,98	1,01	0,99	1,04	1,00	1,01	1,07	1,00
0,54	0,97	0,96	0,94	0,97	0,94	0,96	0,97	0,94	0,92	0,96	0,95	1,00
0,62	0,95	0,90	0,88	0,94	0,91	0,94	0,94	0,86	0,87	0,91	0,81	1,00
0,69	0,92	0,84	0,82	0,93	0,87	0,91	0,91	0,80	0,81	0,86	0,64	0,99
0,77	0,87	0,77	0,76	0,89	0,83	0,88	0,88	0,75	0,75	0,81	0,55	0,99
0,85	0,80	0,70	0,63	0,87	0,79	0,85	0,86	0,72	0,71	0,74	0,41	0,99
0,92	0,68	0,55	0,51	0,84	0,72	0,81	0,82	0,67	0,64	0,66	0,36	0,97
$e^{сврн}$	0,985	0,964	0,955	0,994	0,981	0,992	0,992	0,972	0,969	0,977	0,891	1,000
$e^{свр}$	1,200	1,331	1,384	1,121	1,221	1,141	1,140	1,286	1,299	1,254	1,691	1,014

Таблиця 4.15 – Узагальнений багаторічний розподіл окремих показників якості вод (частки від середнього багаторічного значення $C_{БР}$)

n	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^{+}+K^{+}$	HCO_3^{-}	SO_4^{2-}	Cl^{-}	Мінер.	O_2	BCK_{20}	NO_3^{-}	$Fe_{заг}$	pH
1	1,125	1,150	1,268	1,104	1,187	1,325	1,086	1,037	1,277	1,164	1,109	1,019
2	1,075	1,148	1,237	1,059	1,176	1,250	1,035	1,037	1,163	1,158	1,108	1,010
3	1,051	1,129	1,184	1,039	1,102	1,242	1,031	1,031	1,154	1,146	1,098	1,007
4	1,039	1,121	1,148	1,031	1,089	1,104	1,026	1,030	1,051	1,143	1,075	1,007
5	1,024	1,071	1,103	1,021	1,084	1,043	1,011	1,028	1,049	1,108	1,069	1,005
6	1,013	1,059	1,098	1,016	1,059	1,005	1,010	1,027	1,034	1,092	1,056	1,001
7	1,010	1,028	1,079	0,985	0,998	0,975	1,009	1,025	1,004	1,073	1,033	1,000

Продовження табл.4.15

8	1,008	1,002	0,997	0,978	0,987	0,932	1,007	1,016	0,985	1,059	1,019	0,999
9	0,998	0,992	0,880	0,975	0,934	0,915	1,005	1,015	0,973	1,037	1,011	0,999
10	0,988	0,951	0,864	0,974	0,934	0,906	1,003	1,001	0,939	1,003	0,982	0,999
11	0,980	0,923	0,857	0,970	0,925	0,890	0,986	0,991	0,934	0,901	0,951	0,994
12	0,966	0,915	0,847	0,970	0,920	0,885	0,983	0,961	0,896	0,874	0,903	0,994
13	0,963	0,899	0,744	0,962	0,882	0,849	0,951	0,953	0,874	0,803	0,895	0,991
14	0,948	0,870	0,694	0,962	0,874	0,840	0,949	0,937	0,854	0,793	0,840	0,990
15	0,814	0,743		0,955	0,849	0,839	0,907	0,913	0,814	0,646	0,852	0,986
$e^{\check{C}_{брн}}$	0,9977	0,9932	0,9835	0,9992	0,9945	0,9888	0,9992	0,9992	0,9928	0,9867	0,9959	1,000
$e^{\check{G}_{бр}}$	1,075	1,130	1,212	1,043	1,115	1,165	1,043	1,042	1,132	1,191	1,099	1,009
$C_{БР}$	56,65	21,15	28,17	199,7	70,12	34,18	301,6	9,245	3,420	7,272	0,4333	8,058

4.5 Розподіл показників, мінливість яких не пов'язана з водністю річки

Для показників міді, фторидів, реакції pH , аміаку, нітритам, нітратам, жорсткості, лужності, окисленості, сухому залишку, марганцю, молібдену, XCK , нафтопродуктам, мікробному числу, колі-індексу, мінливість яких не пов'язана з водністю річки, були побудовані тільки багаторічні закони розподілу. Для чого данні спостережень були проранжовані у спадному порядку, логарифмовані, знайдені параметри закону розподілу, а саме середнє і середньоквадратичне відхилення логарифмованого ряду значень (табл.4.15). Після чого були побудовані графіки законів розподілу, які наведені на рис. 4.29 –4.32.

Загально санітарні (трофо-сапробіологічні) показники:

- мікробне число - середнє багаторічне значення концентрації дорівнює 12068 мг/дм^3 , а діапазон змінення складає від 213-69079 мг/дм^3 ;
- колі-індекс- середнє багаторічне значення концентрації дорівнює 12068 мг/дм^3 , а діапазон змінення складає від 213-69079 мг/дм^3 ;
- pH - середнє багаторічне значення концентрації дорівнює $8,07 \text{ мг/дм}^3$, а діапазон змінення складає від 7,23-9,23 мг/дм^3 ;
- XCK - середнє багаторічне значення концентрації дорівнює $22,82 \text{ мг/дм}^3$, а діапазон змінення складає від 13,54-42,98 мг/дм^3 ;

- окислення (перманганатне окислення)- середнє багаторічне значення концентрації дорівнює 3,72 мг/дм³, а діапазон змінення складає від 2,32-7,84 мг/дм³;

- лужність - середнє багаторічне значення концентрації дорівнює 3,23 мг-екв/дм³, а діапазон змінення складає від 2,50-4,60 мг-екв/дм³

- жорсткість - середнє багаторічне значення концентрації дорівнює 4,54 мг-екв/дм³, а діапазон змінення складає від 3,40-6,14 мг-екв/дм³;

- нітрити - середнє багаторічне значення концентрації дорівнює 0,054 мг/дм³, а діапазон змінення складає від 0,01-0,23 мг/дм³;

- нітрати - середнє багаторічне значення концентрації дорівнює 7,24 мг/дм³, а діапазон змінення складає від 1,42-13,8 мг/дм³;

- аміак - середнє багаторічне значення концентрації дорівнює 0,22 мг/дм³, а діапазон змінення складає від 0,10-0,90 мг/дм³;

- сухий залишок - середнє багаторічне значення концентрації дорівнює 379,2 мг/дм³, а діапазон змінення складає від 280-564,3 мг/дм³);

- марганець - середнє багаторічне значення концентрації дорівнює 0,058 мг/дм³, а діапазон змінення складає від 0,01-0,19 мг/дм³.

Показники вмісту токсичних речовин:

- фториди - середнє багаторічне значення концентрації дорівнює 0,27 мг/дм³, а діапазон змінення складає від 0,04-0,72 мг/дм³;

- мідь- середнє багаторічне значення концентрації дорівнює 0,26 мг/дм³, а діапазон змінення складає від 0,02-0,87 мг/дм³;

- нафтопродукти - середнє багаторічне значення концентрації дорівнює 0,023 мг/дм³, а діапазон змінення складає від 0,008-0,109 мг/дм³;

- молібден - середнє багаторічне значення концентрації дорівнює 0,004 мг/дм³, а діапазон змінення складає від 0,002-0,007 мг/дм³.

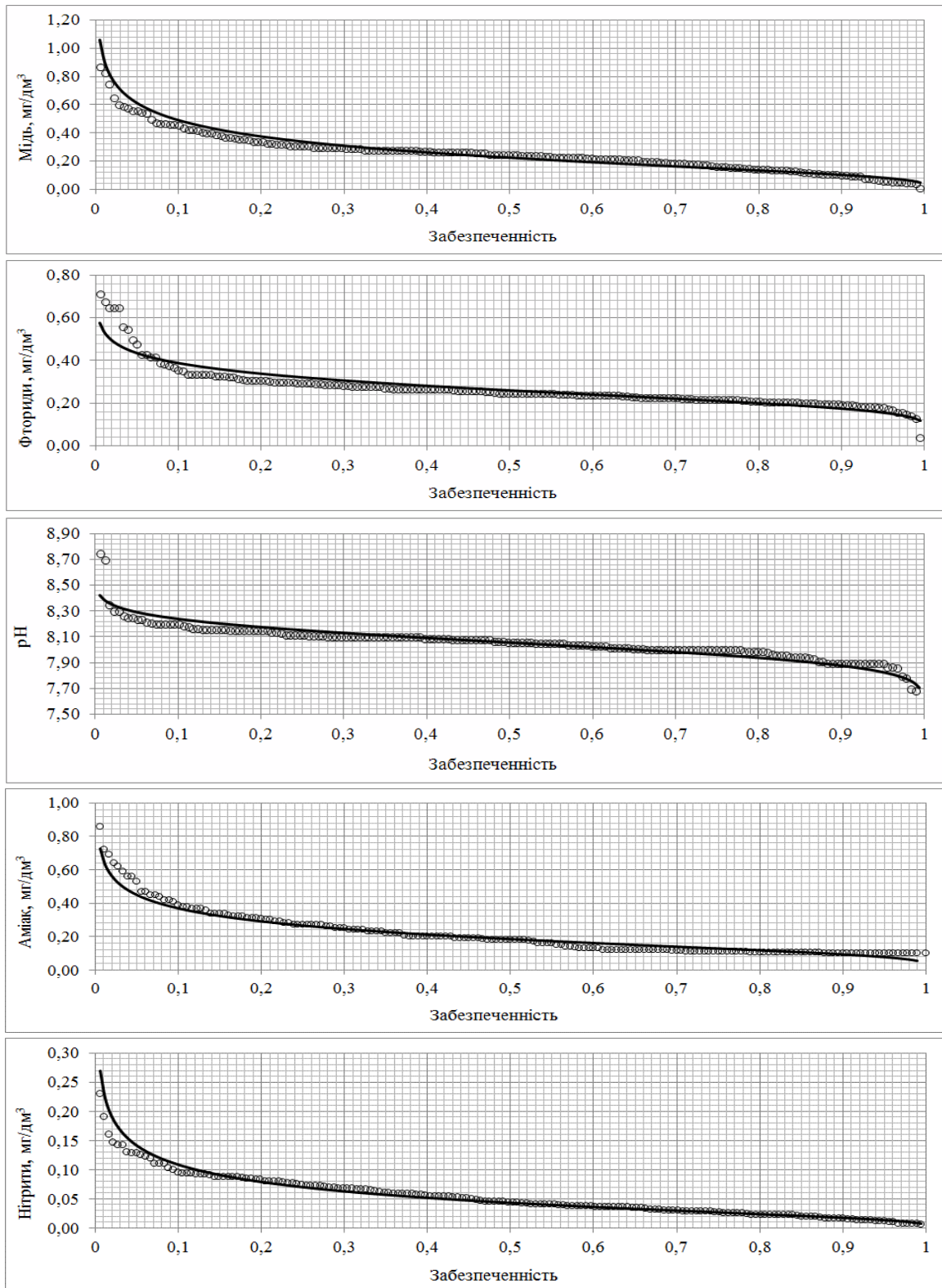


Рис.4.29 – Багаторічний розподіл міді, фторидів, реакція pH , аміаку, нітритів

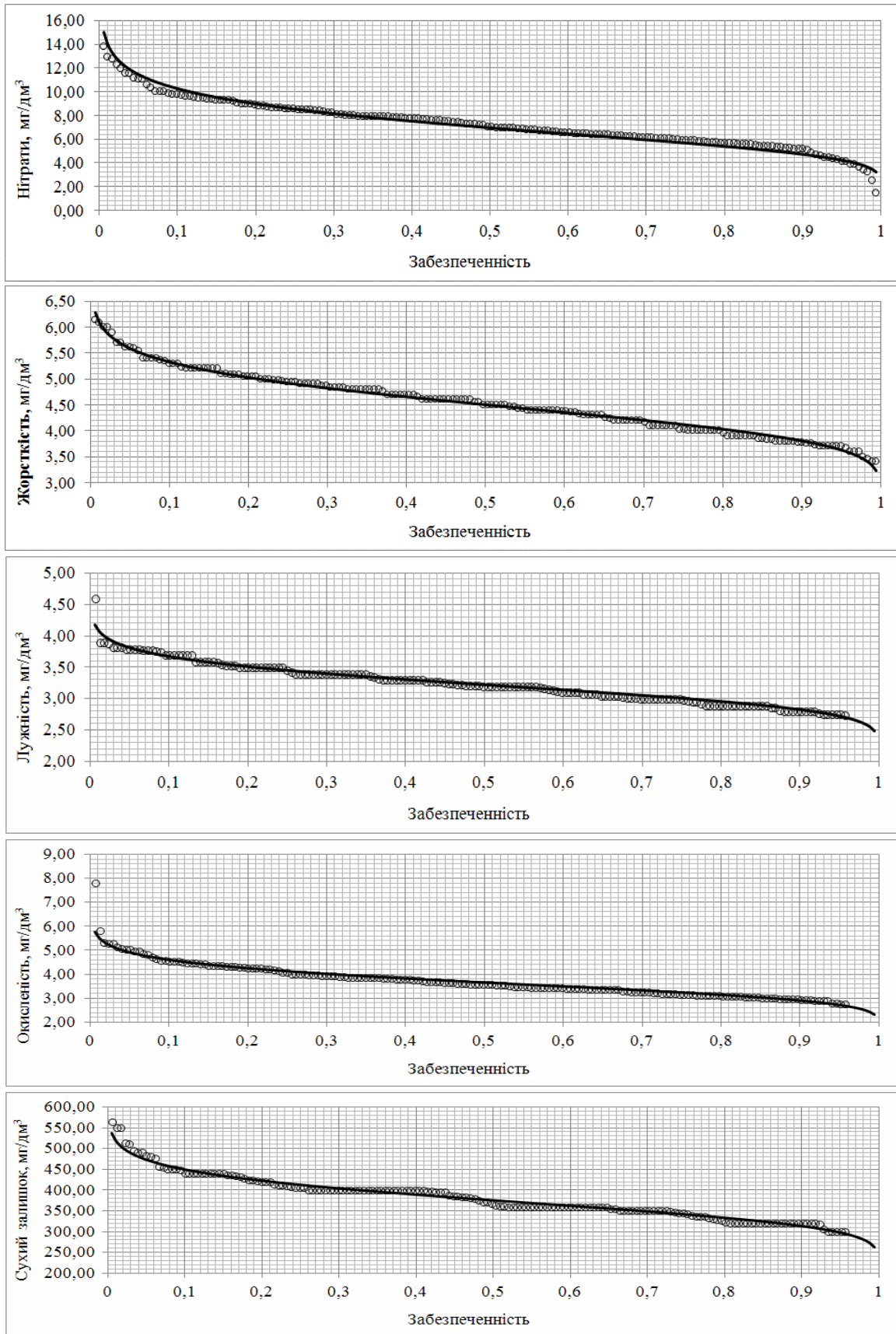


Рис.4.30 – Багаторічний розподіл нітратів, жорсткості, лужності, окисленості, сухого залишку

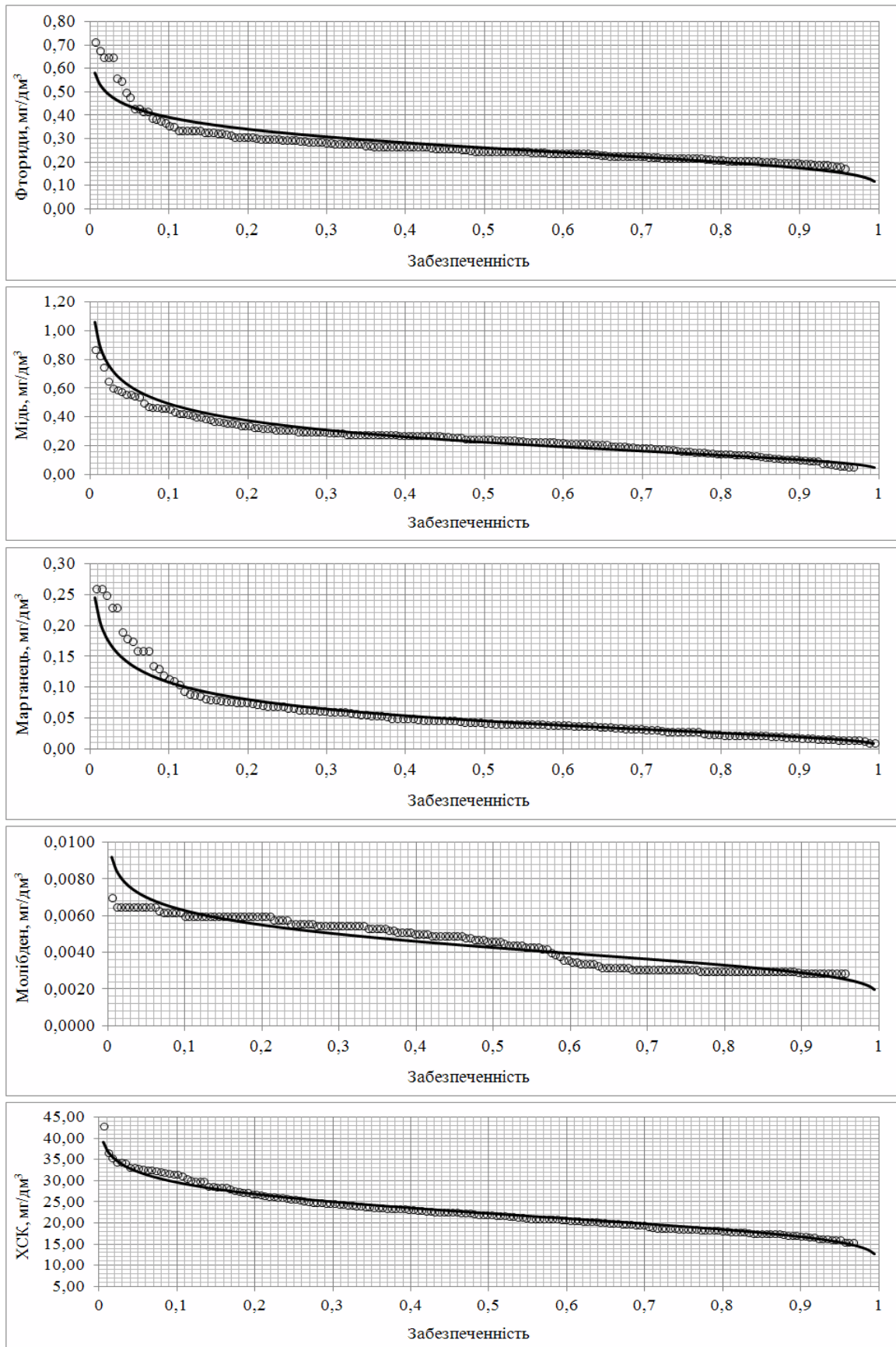


Рис.4.31 – Багаторічний розподіл фторидів, міді, марганцю, молібдену, ХСК

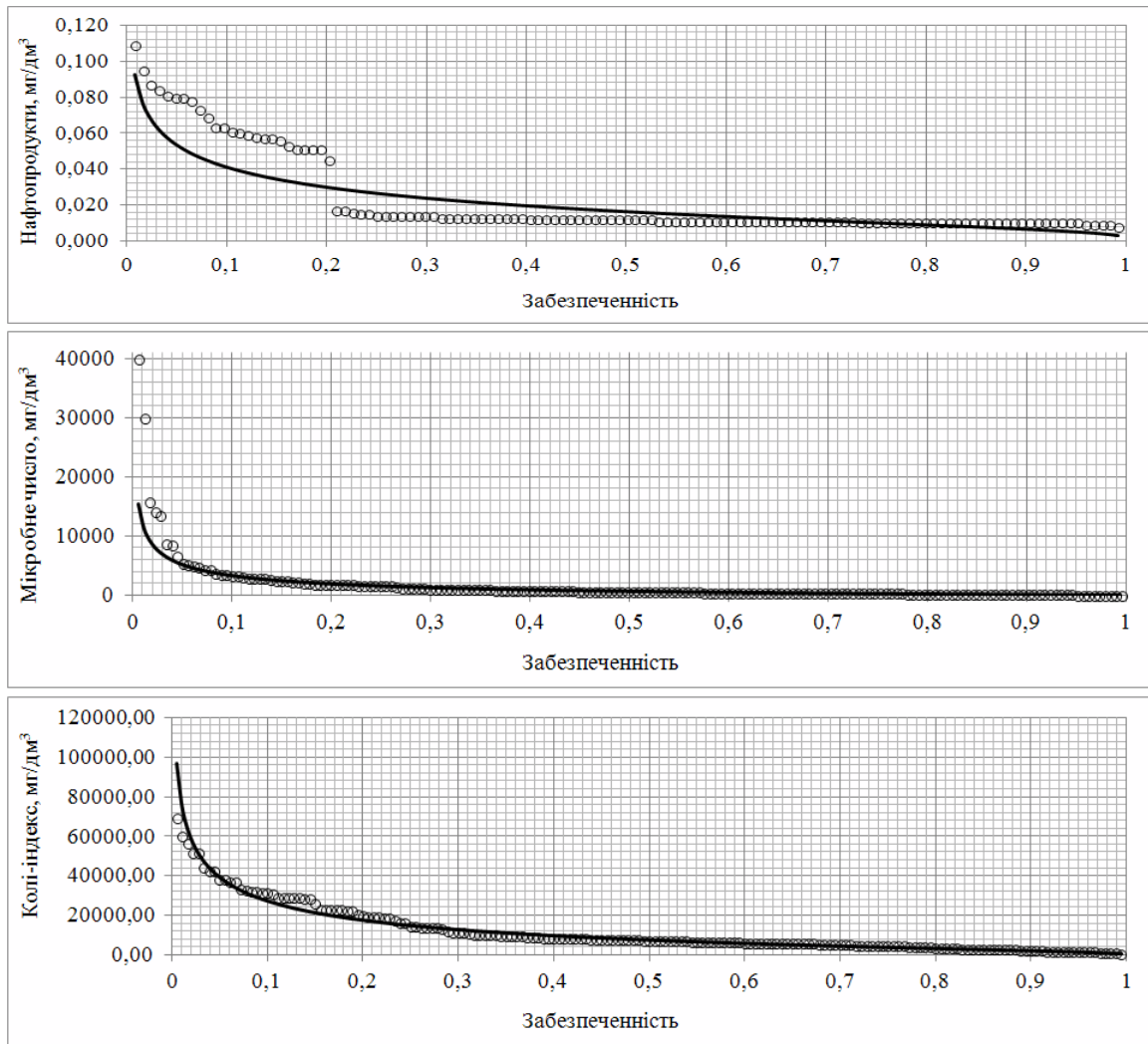


Рис.4.32 – Багаторічний розподіл нафтопродуктів, мікробного числа, колі-індексу

Таблиця 4.17. – Розподіл показників якості вод у часі (частки від середнього багаторічного значення $C_{БР}$)

n	Показник	\check{C}	\check{G}	$exp(\check{C})$	$exp(\check{G})$	$C_{БР}$
1	Фториди	-0,04990	0,3140	0,9513	1,369	0,2737
2	Мідь	-0,1583	0,6130	0,8536	1,846	0,2626
3	НП	-0,3178	0,7243	0,7277	2,063	0,02303
4	ХПК	-0,02513	0,2223	0,9752	1,249	22,85
5	Молибден	-0,03865	0,2984	0,9621	1,348	0,004459
6	Марганець	-0,2533	0,6855	0,7762	1,985	0,05745
7	Алюміній	-0,1541	0,5606	0,8572	1,752	0,05331
8	Аміак	-0,1598	0,5413	0,8523	1,718	0,2147
9	Нітрити	-0,2250	0,7128	0,7985	2,040	0,05386
10	Мутність	-0,1499	0,5722	0,8608	1,772	7,901
11	Перм. окисність	-0,01385	0,1753	0,9862	1,192	3,724
12	Лужність	-0,003839	0,1009	0,9962	1,106	3,231
13	Колі-індекс	-0,4701	1,004	0,6249	2,729	12090
14	Мікробне число	-0,8826	1,199	0,4137	3,315	1738

5 МЕТОДИКА ПРОГНОЗУ ЗНАЧЕНЬ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ВОДИ НИЖНЬОГО ДНІСТРА

5.1 Прогноз значень показників, що мають зв'язок з водністю річки

Розподіл показників, що мають зв'язок з водністю річки, у деякому розрахунковому році виконується наступним чином:

- задають забезпеченість розрахункового року $F_{БР}$ у частках від одиниці;
- за даними табл. 5.1 для розглядуваного показника вибираються параметри закону розподілу $\check{C}_{БР}$ и $\check{G}_{БР}$;
- визначається нормоване середньорічне значення показника $k_{F\check{O}p}$:

$$k_{F\check{O}p} = \text{ЛОГНОРМОБР}(1-F_{БР}; \check{C}_{БР}; \check{G}_{БР}),$$

де $\text{ЛОГНОРМОБР}(1-F_{БР}; \check{C}_{БР}; \check{G}_{БР})$ – статистична функція у табличному редакторі *EXCEL*;

- за табл. 5.1 визначається середнє багаторічне значення показника $C_{БР}$ і розраховується абсолютне значення показника з забезпеченістю $F_{БР}$

$$C_{F\check{O}p} = k_{F\check{O}p}C_{БР};$$

- далі, розраховуються нормовані значення показника з забезпеченістю $F_{БР}$ у внутрішньорічному розподілі:

$$k_{F_{вp}} = \text{ЛОГНОРМОБР}(1-F_{вp}; \check{C}_{вp}; \check{G}_{вp}),$$

де параметри $\check{C}_{вp}$ і $\check{G}_{вp}$ визначаються за табл. 5.2 для відповідного показника;

- визначається абсолютне значення показника з забезпеченістю $F_{вp}$

$$C_{Fep} = k_{Fep} C_{BP}.$$

Таблиця 5.1 – Узагальнений багаторічний розподіл показників якості вод (частки від середнього багаторічного значення C_{BP})

n	Показник	\check{C}_{BP}	\check{G}_{BP}	$exp(\check{C}_{BP})$	$exp(\check{G}_{BP})$	C_{BP}
1	Ca^{2+}	-0,002343	0,07186	0,9977	1,075	56,65
2	Mg^{2+}	-0,006815	0,1226	0,9932	1,130	21,15
3	$Na^{+}+K^{+}$	-0,01667	0,1919	0,9835	1,212	28,17
4	HCO_3^{-}	-0,0008472	0,04233	0,9992	1,043	199,7
5	SO_4^{2-}	-0,005530	0,1085	0,9945	1,115	70,12
6	Cl^{-}	-0,01122	0,1524	0,9888	1,165	34,18
7	Мінер	-0,0008340	0,04241	0,9992	1,043	301,6
8	O_2	-0,0007732	0,04098	0,9992	1,042	9,245
9	БСК	-0,007275	0,1241	0,9928	1,132	3,420
10	NO_3^{-}	-0,01340	0,1748	0,9867	1,191	7,272
11	$Fe_{ЗАГ}$	-0,004117	0,09480	0,9959	1,099	0,4333
12	pH	-0,00003414	0,008548	1,0000	1,009	8,058

Таблиця 5.2 – Узагальнений внутрішньорічний розподіл показників якості вод (частки від середньорічного значення з забезпеченістю F_{BP})

n	Показник	\check{C}_{BP}	\check{G}_{BP}	$exp(\check{C}_{BP})$	$exp(\check{G}_{BP})$
1	Ca^{2+}	-0,01481	0,1823	0,9853	1,200
2	Mg^{2+}	-0,03625	0,2859	0,9644	1,331
3	$Na^{+}+K^{+}$	-0,04646	0,3250	0,9546	1,384
4	HCO_3^{-}	-0,006018	0,1142	0,9940	1,121
5	SO_4^{2-}	-0,01878	0,1997	0,9814	1,221
6	Cl^{-}	-0,008032	0,1319	0,9920	1,141
7	Мінер	-0,008032	0,1310	0,9920	1,140
8	O_2	-0,02850	0,2515	0,9719	1,286
9	БСК	-0,03108	0,2616	0,9694	1,299
10	NO_3^{-}	-0,02327	0,2263	0,9770	1,254
11	$Fe_{ЗАГ}$	-0,1152	0,5253	0,8912	1,691
12	pH	-0,00008310	0,01347	0,9999	1,014

5.2 Прогноз значень показників, що не мають зв'язок з водністю річки

Розподіл показників, що не мають зв'язок з водністю річки, виконується наступним чином:

- задають забезпеченість показника F у частках від одиниці;

- за даними табл. 5.3 для розглядуваного показника вибираються параметри закону розподілу $\check{C}; \check{G}$;
- визначається нормоване значення показника k_F :

$$k_F = \text{ЛОГНОРМОБР}(1-F; \check{C}; \check{G}),$$

де $\text{ЛОГНОРМОБР}(1-F; \check{C}; \check{G})$ – статистична функція у табличному редакторі *EXCEL*;

- за табл. 5.3 визначається середнє багаторічне значення показника $C_{БР}$ і розраховується абсолютне значення показника з забезпеченістю F

$$C_F = k_F C_{БР}.$$

Таблиця 5.3. – Розподіл показників якості вод у часі (частки від середнього багаторічного значення $C_{БР}$)

n	Показник	\check{C}	\check{G}	$exp(\check{C})$	$exp(\check{G})$	$C_{БР}$
1	Фториди	-0,04990	0,3140	0,9513	1,369	0,2737
2	Мідь	-0,1583	0,6130	0,8536	1,846	0,2626
3	<i>НП</i>	-0,3178	0,7243	0,7277	2,063	0,02303
4	<i>ХПК</i>	-0,02513	0,2223	0,9752	1,249	22,85
5	Молібден	-0,03865	0,2984	0,9621	1,348	0,004459
6	Марганець	-0,2533	0,6855	0,7762	1,985	0,05745
7	Алюміній	-0,1541	0,5606	0,8572	1,752	0,05331
8	Аміак	-0,1598	0,5413	0,8523	1,718	0,2147
9	Нітриди	-0,2250	0,7128	0,7985	2,040	0,05386
10	Мутність	-0,1499	0,5722	0,8608	1,772	7,901
11	Перм. окисність	-0,01385	0,1753	0,9862	1,192	3,724
12	Лужність	-0,003839	0,1009	0,9962	1,106	3,231
13	Колі-індекс	-0,4701	1,004	0,6249	2,729	12090
14	Мікробне число	-0,8826	1,199	0,4137	3,315	1738

Відповідно вимогам норм якості вод країн ЄС забезпеченість $F_{ВР}$ и F задається на рівні 10%, якщо виконується оцінка якості вод за санітарними нормами, і 5% – за рибогосподарськими нормами.

Між параметрами \check{C} і \check{G} існує зв'язок (рис. 5.1):

$$\ln(-\check{C}) = 2,025\ln(\check{G}) - 0,7193,$$

або $\check{C} = -\exp[2,025\ln(\check{G}) - 0,7193].$

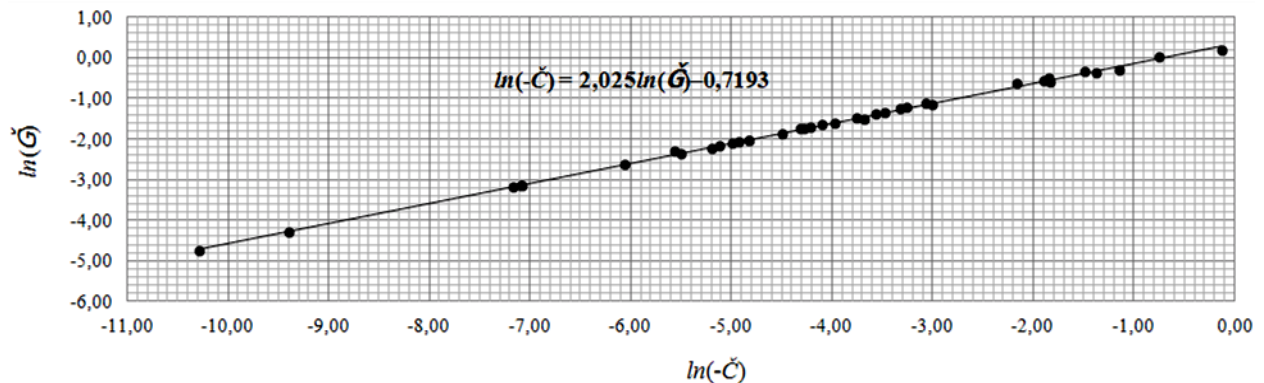


Рис. 5.1 – Зв'язок параметрів логнормального закону розподілу: \check{C} і \check{G} – середнє і середньоквадратичне відхилення рядка логарифмів нормованих значень показника якості вод відповідно

Приклади розрахунку.

а) Визначити концентрацію заліза з забезпеченістю 10% для розрахункового року з забезпеченістю 5%:

- для показника залізо в табл. 5.1 знаходимо: $\check{C}_{BP} = -0,004117, \check{G}_{BP} = 0,09480$ і $C_{BP} = 0,4333$ мг/дм³;

- розраховуємо нормоване середньорічне значення концентрації $k_{F\check{O}P}$:

$$k_{BP5} = \text{ЛОГНОРМОБР}(1-0,05; -0,004117; 0,09480) = 1,164;$$

- абсолютне значення середньорічної концентрації заліза року з забезпеченістю 5% дорівнює:

$$C_{BP5} = 1,164 * 0,4333 = 0,5043 \text{ (мг/дм}^3\text{)} \approx 0,50 \text{ (мг/дм}^3\text{)};$$

- параметри внутрішньорічного розподілу заліза (табл. 5.2) становлять $\check{C}_{BP} = -0,1152$ і $\check{G}_{BP} = 0,5253$, тоді нормоване значення концентрації заліза з забезпеченістю 10% у розрахунковому році k_{10} буде дорівнювати:

$$k_{BP10} = \text{ЛОГНОРМОБР}(1-0,10; -0,1152; 0,5253) = 1,747;$$

- абсолютне значення концентрації заліза з 10% забезпеченістю складе:

$$C_{BP10} = 1,747 * 0,5043 = 0,8811 \text{ (мг/дм}^3\text{)} \approx 0,88 \text{ (мг/дм}^3\text{)}.$$

б) Визначити концентрацію алюмінію з забезпеченістю 10% для розрахункового року з забезпеченістю 5%:

- розподіл алюмінію не залежить від водності року, тоді параметри його розподілу знаходимо за табл. 5.3: $\check{C} = 0,1541$; $\check{G} = 0,5606$ та $C_{БР} = 0,5331$;

- розраховуємо нормоване значення концентрації k_{10} :

$$k_{10} = \text{ЛОГНОРМОБР}(1-0,10; -0,1541; 0,5606) = 1,758;$$

- абсолютне значення буде дорівнювати:

$$C_{10} = 1,758 * 0,5331 = 0,9373 \text{ (мг/дм}^3\text{)} \approx 0,94 \text{ (мг/дм}^3\text{)}.$$

ВИСНОВКИ

За результатами досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Якість вод Нижнього Дністра за останні п'ятнадцять років стабільно поліпшується: середньорічні значення показників $Na^+ + K^+$, Cl^- , SO_4^{2-} , XCK , NH_4^+ , NO_2 та NO_3 мають тенденцію до зниження; загальний хід середньорічних значень останніх розглядуваних показників можна вважати таким, що не має а ні позитивного, а ні негативного тренду.

2. Вміст у воді головних іонів, важлих речовин, органічних речовин (за BCK), іонів водню (за pH), розчиненого кисню, заліза та нітратів обумовлено переважно природними факторами (ці показники мають зв'язок з водністю річки).

3. Переважно антропогенними факторами обумовлено вміст алюмінію, NH_4^+ , NO_2 , органічних речовин (за XCK), загальної кількості мікроорганізмів (за мікробним числом) та кишкових паличок (за колі-індексом). Вміст цих показників у воді не зв'язано з водністю річки.

4. Розподіл у часі першої групи показників Ca^{2+} , Mg^{2+} , $Na^+ + K^+$, HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , мінералізація, O_2 , BCK , NO_3^- , $Fe_{ЗАГ}$ та pH можна представити у вигляді двох законів: багаторічний, що характеризує розподіл середньорічних значень показника, і внутрішньорічний, якій відображає мінливість показника за сезонами року.

5. Розподіл у часі другої групи показників фториди, мідь, нафтопродукти, XCK , молібден, марганець, алюміній, аміак, нітрити, мутність, перманганатна окисність, лужність, колі-індекс та мікробне число можна характеризувати одним законом розподілу незалежно від водності року.

6. З практичної точки зору найбільш зручним є логнормальний закон розподілу, параметрами якого є середнє значення і середньоквадратичне відхилення логарифмованого ряду нормованих значень показника. Параметри законів розподілу для досліджуваних показників наведені в табл. 5.1-5.3.

7. Для оцінки якості вод за санітарними нормами прогнозна забезпеченість значень показників повинна бути на рівні 10%, у такому разі оцінка якості вод буде відповідати вимогам норм країн ЄС. Для оцінки за рибогосподарськими нормами – 5%.

8. Запропонована методика прогнозу дозволяє визначити значення показників якості вод у деякому розрахунковому році з заданою забезпеченістю для оцінки якості вод і для нормування скидів стічних вод.

9. Подальші дослідження необхідно спрямувати на встановлення зв'язку середньорічних значень показників з середньорічними витратами річки та на обґрунтування забезпеченості розрахункового року.

ПРЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 6. Украина и Молдавия. Вып. Днестр. / Л.: Гидрометеиздат, 1971. 565 с.
2. Кузин П.С., Бабкин В.И. Географические закономерности гидрологического режима рек. / Л.: Гидрометеиздат, 1979. 200 с.
3. Вишневецький В.І., Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України. /К., 2003. 324 с.
4. Гончар О. М. Загальний аналіз гідрологічного режиму річок у басейні Дністра // Науковий вісник Чернівецького університету: Збірник наукових праць. Географія. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2011. С. 83-88.
5. Синайская Т.М., Швейкин И.В. Водные ресурсы р. Днестр / Тр. УкрНИГМИ. 1967. Вып. 69. С. 138-145.
6. Щербак А.В. Весенний сток Днестра и возможность его прогноза / Тр. УкрНИГМИ. 1969. Вып. 76. С. 43-55.
7. Щербак А.В. О питании рек бассейна р. Днестра в весенний период / Тр. УкрНИГМИ. 1967. Вып. 73. С. 106-116.
8. Dniester River Water Resources Study. Main Report. World Bank, Delft Hydraulist. 1996, 190p.
9. Днестр и его бассейн: Гидрологический очерк /Под ред. А. П. Доманицкого. Л.: Гидрометиздат, 1941. 308 с.
10. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України (Довідковий посібник). Київ, 2001.
11. Малі річки України: Довідник / За ред. А.В. Яцика. К.: Урожай, 1991. 296 с.
12. Гідрохімічний режим та якість поверхневих вод басейну Дністра на території України: Монографія / За ред. В. К. Хільчевського та В. А. Сташука. К.: Ніка-Центр, 2013. 256 с. ISBN 978-966-521-570-7.
13. Крепис О.І., Шарапановська Т.Д., Лобченко В.В. Сучасний стан нерестовищ Середнього та Нижнього Дністра і ефективність їх використання рибаками // Збереження біорізноманіття басейна Дністра:

- Матер. Міждунар. конф. (Кишинів, 7-9 квіт. 1999 р.). Кишинів, 1999. с.109-111.
14. Cocirta P. Some considerations on environmental protection and ecological monitoring in river Dniester basin // Сохранение биоразнообразия бассейна Днестра: Матер. Международ. Конф. Кишинев, 7-9 октября 1999г. Р. 100-104.
15. Гідролого-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра / За ред. В. К. Хільчевського. К.: Ніка-центр, 2007. 184 с.
16. Шевцава Л. В., Алиев К. А., Кузько О. А. и др. Экологическое состояние реки Днестр. К., 1998;
17. Інструкція про порядок розробки та затвердження гранично допустимих скидів (ГДС) речовин у водні об'єкти зі зворотними водами: Затв. наказом Мін. охорони навколишнього природного середовища України 15.12.94 р. № 116. К., 1994. 79 с.
18. Санитарные правила и нормы охраны прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения. М., 1988.
19. Матеріали семінару «Основи природоохоронного законодавства України та Європейського співтовариства: водні ресурси». / К.: Державний інститут підвищення кваліфікації та перепідготовки кадрів Мінекобезпеки України, травень 1997 р.
20. Козлов М.В., Прохоров А.В. Введение в математичну статистику. / М.: Видання МДУ, 1987. 264 с.
21. Методи оцінки якості природних вод. Конспект лекцій / Викладач Юрасов С.М. Одеса, вид-во «ТЕС», 2011 р. 91 с.
22. Прикладная статистика: Основы моделирования и первичная обработка данных .
URL: http://stu.sernam.ru/book_stat1.php?id=56 (дата звернення: 04.06.18).
23. Железняк И.А., Подольская И.А. Внутригодовое распределение стока малых рек Украины и Молдавии / Тр. Укр. регион. Нии. 1982. №190. с.91-102.

ДОДАТКИ

ПУБЛІКАЦІЇ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

1. Юрасов С.М.; Кузьміна В.А., Бородкіна Т.А. Аналіз можливості подальшого використання водоймища Сасик. / Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. №1 (21), Одесса2018. С. – 118-129.
2. Бородкіна Т.А. Часова змінюваність якості вод Нижнього Дністра / Матеріали конференції молодих вчених ОДЕКУ / Одеса: ОДЕКУ, 2017.С.115-116.