

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра гідроекології та водних
досліджень

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему: Оцінка гідроекологічного стану річки Ворскла

Виконав студент 2 курсу групи МЕГ-
63 спеціальності 8.04010602

Прикладна екологія та збалансоване
природокористування,

Пеньковський Вадим Павлович

Керівник д.геог.н., проф.

Лобода Наталія Степанівна

Консультант

Рецензент д.тех.н., доц.
каф. прикладної екології і
гідрогазодинаміки ОНПУ

Мельник С.В.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Магістерської та аспірантської підготовкиКафедра гідроекології та водних дослідженьРівень вищої освіти магістрСпеціальність 8.04010602 «Прикладна екологія та збалансоване природокористування»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри проф. Лобода Н.С.

«14» вересня 2016 року

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

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Оцінка гідроекологічного стану річки Ворскла»керівник роботи Лобода Наталія Степанівна, д.геогр.н., проф.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від «14»09.2016 року №270«С»2. Строк подання студентом роботи «27» січня 2017 року3. Вихідні дані до роботи Матеріали по стоку та хімічному складу води р. Ворскла – с.Чернетчина (вище села, в межах села) за період 1992– 2007 рр., та р. Ворскла – Кобеляки (в межах села) за період з 1991 по 2007 рр.4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Фізико-географічна характеристика території; 2) Оцінка якості за комплексною екологічною класифікацією якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. 3) Оцінка якості води за коефіцієнтом галінності. 4) Оцінка якості поверхневих вод за методикою КІЗ для господарсько-питного використання.

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

1) Географічне положення басейну. 2) Графіки коливань показників ПКІЗ.3) Графіки коливань індексів I_e за період спостережень.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання «28» жовтня 2016 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Опис фізико-географічних умов, біологічного різномайття і антропогенного навантаження досліджуваного району.	28.10-10.11.16	90	Відмінно
2	Збір та аналіз даних гідрохімічних спостережень.	11.10-17.11.16	90	Відмінно
3	Описання мережі моніторингу	18.11-24.11.16	90	Відмінно
4	Гідрохімічна характеристика вод досліджуваних водних об'єктів.	25.11-28.11.16	90	Відмінно
5	Дослідження якості поверхневих вод за комплексною екологічною класифікацією якості поверхневих вод суші та естуаріїв України	29.11.-12.12.16	90	Відмінно
6	Дослідження якості поверхневих вод за коефіцієнтом галінності	13.12.-20.12.16	90	Відмінно
7	Дослідження якості поверхневих вод за методикою КІЗ для господарсько-питного використання.	21.12-04.12.16	90	Відмінно
8	Рубіжна атестація	05.12-10.12.17	90	Відмінно

9	Оформлення дипломного проекту.	13.01-20.01.17	90	Відмінно
10	Підготовка доповіді та презентації	21.01-07.02.17	90	Відмінно
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90	Відмінно

Студент

_____ (підпис)

Пеньковський В.П.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Лобода Н.С.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Пеньковський В.П. Оцінка гідроекологічного стану річки Ворскла. – Рукопис. – Одеський державний екологічний університет. – Одеса, 2017.

Актуальність теми обумовлена необхідністю вивчення гідрологічного, гідрохімічного та гідроекологічного стану річки.

Метою і задачею дослідження є установлення гідроекологічних показників якості вод цієї річки та можливості їх застосування для господарсько-питних потреб.

Об'єктом дослідження є річка Ворскла.

Предметом дослідження є оцінка придатності вод річок для господарсько-питного водоспоживання.

Методи дослідження: оцінка якості водиза комплексом показників екологічної класифікації якості поверхневих вод, комбінаторним індексом забрудненості та за коефіцієнтом галинності.

Робота складається з трьох розділів. У першому розділі надається фізико-географічна характеристика території. У другому розділі висвітлені основні методики оцінки якості води, які використовувались в роботі.. У третьому розділі викладені результати оцінки якості вод р. Ворскла та придатності її до господарсько-питного використання.

Обсяг роботи складає 65 сторінок.

В роботі представлено 14 рисунками та 13 таблицями (без урахування додатків).

Використано 72 наукових джерела.

Ключові слова: РІЧКА, МЕТОДИКА, ОЦІНКА, ЗАБРУДНЕННЯ, ПОВТОРЮВАНІСТЬ, КЛАС, ЯКІСТЬ, СТІК.

SUMMARY

Penkovskiy V.P. The assesment of gydroecological state of the Vorskla river
Manuscript.- Odessa State Environmental University. - Odesa, 2017.

Relevance of the topic due to the need to study the hydrological, hydro-chemical and hydroecological state of the river.

The purpose and objective of the study is surveying establishing indicators of water quality of the river and the possibility of their use for drinking purposes.

Object is a river Vorskla.

The subject of the study is to assess the suitability of rivers for drinking water.

Methods: evaluation of water quality set of indicators of environmental quality classification of surface water contamination combinatorial index and the coefficient halynnosti.

The work consists of three sections. The first section provides physical and geographical characteristics of the territory. The second section highlights the basic methodology for assessing the quality of water that used to work . The third section presents the results of water quality assessment district. Vorskla and its suitability for drinking use.

The amount of work is 65page.

The paper presents 14 figures and 13 tables (without attachments).

72 used scientific sources.

Keywords: RIVER, METHODS, EVALUATION, POLLUTION, REPEATABILITY, CLASS, QUALITY, DRAIN.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА.....	10
1.1 Географічне положення та рельєф.....	10
1.2 Клімат.....	11
1.3 Ґрунти та рослинність.....	15
1.4 Гідроекологія підземних вод.....	17
1.5 Водогосподарська діяльність.....	18
1.6 Гідробіологічна характеристика.....	20
1.6.1 Фітопланктон р. Ворскла.....	20
1.6.2 Зоопланктон р. Ворскла.....	23
1.6.3 Бентосні співтовариства р. Ворскла.....	23
2 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД РІЧКИ ВОРСКЛИ.....	24
2.1 Теоретичні основи екологічної класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв України.....	24
2.2 Теоретичні основи коефіцієнту галинності.....	32
2.3 Теоретичні основи комбінаторного індексу забрудненості (КІЗ).....	33
3 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ОЦІНКИ ЯКІСНОГО СТАНУ ВОД ДОСЛІДЖУВАНИХ ОБ'ЄКТІВ.....	37
3.1 Розрахунок на основі комплексної екологічної оцінки.....	37
3.2 Розрахунок на основі коефіцієнту галинності (K_G).....	41
3.3 Розрахунок на основі комбінаторного індексу забрудненості.....	43
ВИСНОВКИ.....	52
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	54
ДОДАТОК А.....	63
ДОДАТОК Б.....	65

ВСТУП

Робота присвячена дослідженню екологічного стану транскордонної річки Ворскла. Ворскла — одна з найбільших лівих приток Дніпра. Витік Ворскли розташований поблизу села Покровки Івнянського району Белгородської області. У межах Сумської області тече територією Великописарівського та Охтирського районів. У межах Полтавської області тече територією Котелевського, Зіньківського, Диканського, Полтавського, Новосанжарського і Кобеляцького районів. На Ворсклі у межах Сумщини — місто Охтирка, смт Велика Писарівка, Кириківка; у межах Полтавщини — міста Полтава і Кобеляки, селища Опішня, Нові Санжари та Білики. До XVIII ст. Ворскла була судноплавною.

Головною проблемою річки Ворскла є забруднення хімічними речовинами, які надходять від антропогенних джерел і суттєво погіршують якість води.

У роботі використані матеріали гідрохімічних досліджень період з 1991 по 2007 рр. для трьох пунктів спостереження: вище с. Чернеччина (2 км), в межах с. Чернеччина, та в межах м. Кобеляки.

Об'єктом дослідження є якість води у перелічених створах р. Ворскла, що визначалась за матеріалами гідрохімічних досліджень період 1991-2007 рр.

У роботі використані наступні методи оцінки якості води за гідрохімічними показниками: методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями; методика оцінки якості води на основі коефіцієнту галинності; методика Гідрохімічного інституту (ГХІ).

Мета роботи полягає в тому, щоб оцінити якість води річки Ворскла за комплексом показників екологічної класифікації якості поверхневих вод, комбінаторним індексом забрудненості та за коефіцієнтом галинності. Актуальність роботи полягає в тому, що річка Ворскла є транскордонною, адже її стік формується в межах двох країн: Росії та України.

Робота складається з трьох розділів. У першому розділі надається фізико-географічна характеристика території. У другому розділі висвітлені основні методики оцінки якості води, які використовувались в роботі. У третьому розділі викладені результати оцінки якості вод р. Ворскла та придатності її до господарсько-питного використання.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

1.1 Географічне положення та рельєф

Водозбір річки Ворскла відноситься до лівобережної України і є лівим притоками р. Дніпро. Розглянута річка є трансграничною, оскільки її витoki знаходяться у межах Російської федерації. Площа водозбору р. Ворскла у межах України складає 86% (табл.1.1). За адміністративним картуванням водозбір цієї річки розташовується у межах Курської та Білгородської областей Російської Федерації та у межах Сумської та Полтавської областей України.

Таблиця 1.1 – Характеристики довжини та площ водозбору трансграничної річки Ворскла

Назва річки	Довжина, км		Площа, тис. км ²	
	загальна	в межах України	загальна	в межах України
Ворскла	455	317	14,7	12,59

Головними одиницями геологічної структури є Воронежський кристалічний масив та Дніпровсько-Донецька низовина, яка знаходиться між Воронежським масивом та Українським кристалічним щитом, відділяючись від них системами глибоких розломів. Український щит з його схилами, схил Воронежського масиву та Дніпровська-Донецька западина становлять давню геологічну основу платформної території.

Основною геоморфологічною одиницею розглядуваної території є полігенна рівнина України (південний захід Східно-Європейської

платформи). Річка бере початок на південно-західних відгалуженнях Середньоруської височини (рис.1.1). Середня течія річки знаходиться у межах Полтавської, а нижня – у межах Середньодніпровської (лівобережної) терасової рівнини. Полтавська височина та Середньодніпровська рівнина є складовими такого геоморфологічного утворення як Придніпровська низовина (за Ю.Г. Грубріним). Середньоруська низовина успадковує структуру Воронежського кристалічного масиву, розташованого на території Росії. Висоти тут рідко перевищують 220-230 м, поступово зменшуючись у південно-західному напрямку, де височина переходить у Придніпровську низовину. Тут переважає горбистий рельєф з численними ерозійними формами глибокими короткими ярами на схилах річкових долин.

Згідно із фізико-географічним районуванням водозбір належить до Лівобережно-Дніпровській провінції лісостепової зони. Південна межа лісостепової зони (границя зі степом) проводиться вздовж лінії: Велика Михайлівка - Ширяєво - Первомайськ - Новоукраїнка - Кіровоград - Знам'янка - гирло Ворскли - Кобеляки - Нові Санжари - Красноград - Балаклея і по долині р. Оскіл та виходить за кордони України. Тобто розглядуваний водозбір практично цілком розташований у лісостеповій зоні. Загальною рисою літогенної основи лісостепу є поширення лесових порід, що стало передумовою розвитку яружно-балкового рельєфу.

1.2 Клімат

Процеси циркуляції повітряних мас над досліджуваною територією пов'язані з проходженням циклонів та антициклонів, що рухаються з Атлантики, Арктики та Азії. Басейн Дніпра піддається, в основному, впливу Азовського баричного максимуму, що сприяє надходженню із заходу відносно вологого повітря, та сезонного Сибірського антициклону, гребінь якого може приносити по осі підвищеного тиску сухе (взимку холодне, а влітку - перегріте) повітря пустель Закаспію.

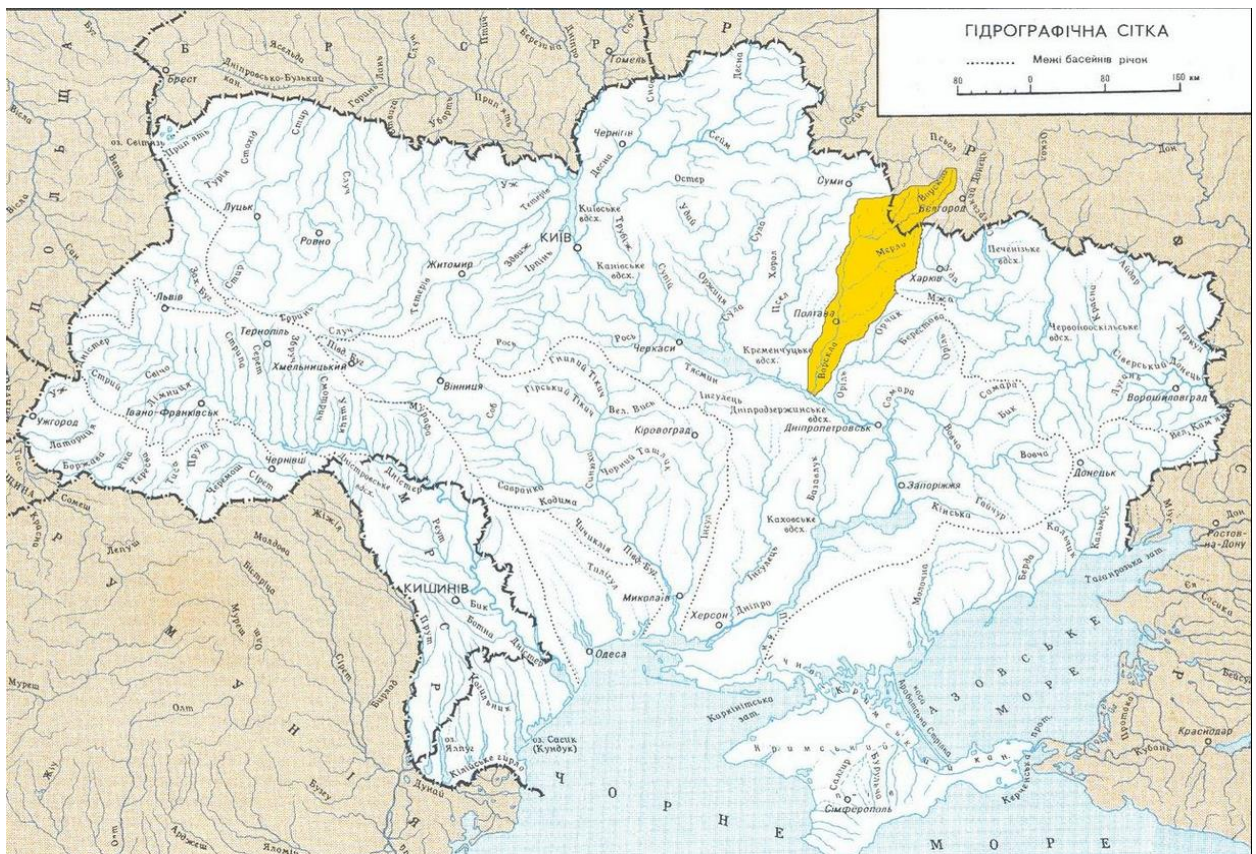


Рисунок 1.1 - Географічне положення басейну річки Ворскла

Дослідження впливу великомасштабних атмосферних процесів на коливання річних опадів, середніх багаторічних температур повітря та характеристик стоку України було виконано Н.С. Лободою на основі досліджень статистичної структури гідрометеорологічних полів та кореляційних зв'язків між характеристиками гідрометеорологічних процесів й індексами атмосферної циркуляції.

Установлено, що вплив Північно-Атлантичного Коливання (ПАК) на коливання гідрометеорологічних характеристик є більш значущим для річок західної України ніж для східної. Проте, виявлено, що на півночі та північному сході України коливання стоку пов'язується із Скандинавською телеконекцією. Коефіцієнти кореляції між величинами річного стоку та індексами Скандинавського коливання досягають значення 0,45 (р. Сіверський Донець - м. Зміїв, р. Десна – м. Чернігів).

Кліматичні умови лісостепу визначаються насамперед досить високим припливом сонячного тепла. Сумарна радіація за рік становить $418,4 \cdot 10^3$ - $460,24 \cdot 10^3$ кДж. Значна частина одержаного тепла витрачається на випаровування з поверхні суші. Витрати радіаційного тепла на випаровування досягають 121,336 кДж. Річний радіаційний баланс на розглядуваній території становить 167,36 - 188,28 кДж. Тривалість сонячного сяйва у верхній течії річок змінюється від 1800 до 1990 годин, а у середній та нижній – від 1900 до 2000 годин. Характерною ознакою клімату тут виступає нестабільність зволоження: більш вологі роки чергуються з посушливими, можливе формування суховіїв. Розглядувані водозбори знаходяться на сході України де вплив північно-атлантичного переносу повітряних мас зменшується, через що зростає континентальність клімату. Згідно із кліматичним районуванням розглядувана територія відноситься до північної кліматичної області. При розгляді агрокліматичного районування України (за В. Поповим) розглядувана територія відноситься до східного лісостепу, де коефіцієнти зволоження становлять 1,2 – 1,7, число днів з середніми добовими температурами від 5 до 10°C знаходиться у межах 80-105, а число днів понад 15°C змінюється від 110 до 125.

Одним із основних показників температурного режиму є середня місячна температура повітря, яка характеризує загальний температурний фон території. Річний хід температури повітря майже співпадає з річним ходом надходження сонячної радіації. Середня місячна температура повітря у січні змінюється від -8 °C на північному сході до -6 °C у гирлах річок. Середня місячна температура повітря у липні зростає у напрямку з півночі на південь від 19 °C у м. Сумах до 20 °C у м. Полтаві. Абсолютний максимум температури повітря за рік становить 38 °C (м. Суми). Середнє число днів з відлигою за зимовий сезон (грудень-лютий) змінюється від 30 біля витоків до 45 у гирлах. Абсолютний мінімум температури повітря за рік дорівнює -36 °C (м. Суми). Середнє число днів з температурою -10 °C і нижче варіює у межах 50 на північному заході до 35 на південному сході. Середнє число днів з

мінімальною температурою повітря $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ і нижче змінюється від 5 до 2 у південному напрямку. Середня тривалість без морозного періоду становить 160 – 190 днів, збільшуючись у південному напрямку.

Кількість річних опадів у межах Української території досліджуваних водозборів змінюється від 600 мм на півночі до 550 мм на півдні. У вологому 1978 році кількість річних опадів у м. Полтава досягало 720 мм, а у посушливому 1975 році становило лише 280 мм, що свідчить про їх значну мінливість у часі.

Зимом на розглядуваній території утворюється стійкій сніговий покрив. Середня дата його утворення припадає на другу половину грудня місяця, а середня дата його руйнування – на березень місяць. Найменше число днів із сніговим покривом у м. Полтаві дорівнює 34, а найбільше 143. Відсутність стійкого снігового покриву в окремі зими визивається довгим та інтенсивним потеплінням. Також можуть бути зими з відсутністю стійкого снігового покриву, на їх долю припадає 5%. Зими з великою кількістю потеплінь характеризуються меншими висотами снігового покриву, ніж у холодні роки. Проте, зазвичай, у теплі зими опадів випадає, як правило, більше. Висота снігового покриву за територією розподіляється нерівномірно та змінюється на протязі зими. У кінці грудня висота снігового покриву в середньому складає 0,10 м. У січні висота снігового покриву дорівнює 0,20 м. У лютому спостерігається незначне його зменшення.

До періоду весіннього сніготанення висота снігового покриву набуває максимуму, за винятком зим із значним потеплінням. В окремі роки висота снігового покриву може бути значно більше за середні величини (до 0,53 м). Щільність снігового покриву постійно змінюється у часі та просторі та багато у чому залежить від погоди. До моменту сніготанення середня щільність снігу дорівнює $0,20\text{ г/см}^3$ – $0,26\text{ г/см}^3$. Запаси води у снігу до цього моменту часу зазвичай максимальні й дорівнюють 0,50 м. Тривалість періоду сніготанення розраховується кількістю днів між датою початку сніготанення та датою сходу стійкого снігового покриву. Цей період в розглядуваних

районах дещо розтягнутий у зв'язку з частим поверненням холоду. Тривалість періоду сніготанення залежить від товщі та щільності снігового покриву. Середня тривалість періоду сніготанення 16 – 20 діб, у роки з теплою весною танення відбувається за 4 – 8 діб, а у роки з тривалою весною сніг сходить на протязі місяцю. Максимальна інтенсивність сніготанення досягає 0,30 м шару снігу за декаду, а за добу може досягнути 0,10 – 0,13 см.

1.3 Ґрунти та рослинність

Згідно із ґрунтово-геологічним районуванням за М. Полупановим у межах розглядуваної території знаходиться лісостепова зона опідзолених, вилужених і типових чорноземів. На цих чорноземах розміщується 70 – 80% сільськогосподарських угідь. У середній та нижній течії річок орні землі становлять 86 – 90%. Частка багаторічних насаджень у загальній площі сільгоспугідь складає 1 – 2%, сіножаті 5,1 – 7,5%, пасовища 11 – 15% у верхній течії та 5 – 10% у нижній течії річок. Чорноземи сформувалися на відкладах лесового комплексу в сприятливих кліматичних умовах (достатньо теплих та зволжених) та відрізняються підвищеним вмістом гумусу. У верхній течії вміст гумусу становить 2 – 3%, у нижній – 3 – 4%. Ерозією охоплено 15 – 20% від орних земель. Показник стійкості ґрунтів (СГ) показує, що екологічна стійкість у басейнах цих річок знижена, а СГ змінюється від 0,6 до 1 у верхній течії річок, 0,4 – 0,6 у нижній течії річок.

Стійкість ґрунтів (СГ) залежить від суми активних температур, яка постійно зростає через потепління, залежить від крутизни схилів, їх кам'янистості та механічного складу, вмісту гумусу, водного режиму території, реакції рН, лісистості, розораності - господарської освоєності. Ранжування в балах суми кожного і-го показника цих характеристик за їх максимальною інтенсивністю (І) дозволяє оцінити стійкість ґрунту за формулою Б.І. Кочурова: $C=100EB/I$.

Лісистість розглянутих водозборів зменшується від витoku до гирла. У верхній частині водозборів вона досягає 15 - 20%, а у нижній течії – 5 – 10%. Серед хвойних порід дерев переважає сосна звичайна, серед широколистяних порід граб звичайний та черешні лісові.

За лісогосподарським районуванням території України, схема якого була розроблена ще 1975 році, водозбори річок Псел та Ворскла знаходяться у Лісостеповій Лівобережній області.

За торфово-болотним районуванням водозбори належать Лісостеповому Лівобережному району із середньою заболоченістю, що становить 3,2% та заторфованістю, яка змінюється у межах 2 – 3%.

Заболоченість російської частини водозборів дещо менша і складає 1%. Значна частина боліт зв'язана з долинами річок. Розміри окремих болотних масивів різні. Середня глибина торф'яних покладів 1,5 – 2 м, максимальна 10 – 13 м. Переважає середнє та добре розкладений торф (ступінь розкладання 25 – 60%). Рідше зустрічається торф, який слабо розклався - (5 – 20%). До складу боліт входять три класи: евтрофні (низинні), мезотроні (перехідні) та оліготрофні (верхові) болота.

Евтрофні болота знаходяться у заплавах річок, рідше відносяться – до водорозділів. Дуже часто вони займають значні частини заплав чи тільки їх притерасні частини, де зустрічаються у комплексі з заболоченими луками. Трав'яні болота розвиваються в умовах сильного зволоження проточними водами, та як правило, підлягають дії алювіальних чи делювіальних відкладень. У їхньому рослинному покриві переважають групи осоки вздутої, осоки стрункої, осоки островідної, осоки пухирчастої, очерету, манника водного, хвоща топяного, вахти болотної та інше.

Зустрічаються яружно-балочні болота з наявністю делювіальних наносів до 1 м та більше. Дуже рідкі болота на пісчаній терасі у міжделювіальних котловинах. Площа окремих масивів зазвичай невелика. Середня глибина торфу дорівнює 1,60 м, найбільша – 4,5 м. У покриві боліт зазвичай розвинуті евтрофні осокові та осоково-гіпсові угруповання, у дільницях біля схилів –

ольхові. У будові нижніх торф'яників переважають тросниковий та тросниково-осоковий види торфу, рідше осоковий та осоково-гипсовий. Опідзоленість торфу зазвичай переважає і становить 25%. Вона є дещо високою у зв'язку із знаходженням у торф'яній товщі прошарків делювіального і алювіального походження.

Міждонні болота з осоково-сфагновим і осоково-пушицево-сфагновим покривом мають зазвичай низинні та торф'яні відкладення, рідше змішані перехідні-низинні, зазвичай з топ'яними видами устрою.

Торф'яні відкладення зазвичай перехідного типу, топ'яні багат шарові, утворені осоково-сфагновим, шейхцернево-осоково-сфагновим та осоковим торфом зі ступенем розкладання 20 – 40.

1.4 Гідроекологія підземних вод

За гідрологічним районуванням район досліджуваної річки знаходиться у межах Дніпровсько – Донецького району басейнів пластових вод.

Верхів'я р. Ворскла знаходиться у межах схилу Воронізької антиклізи, а основна частина розташована на Східноєвропейській докембрійській платформі Дніпровсько – Донецької западини.

Грунтові води четвертинних відкладів розташовані лише у заплаві р. Ворскла. Водонесні горизонти складаються з пісків різнозернистих з прошарками супісків, суглинків і глин.

На території водозбору широко використовують для питних потреб підземні води помогенових відкладів Бучацької та Харківської серії.

Хімічний склад підземних вод у Четвертинних відкладах описують як гідрокарбонатна, кальцієво-магнієві (верхня течія), кальцієво-натрієві.

Води досліджуваної території утворюють гідрохімічне поле у Середньоруській лісостеповій провінції (верхня течія) та у Південній частині Північної лісостепової області Придніпровської рівнини.

Хімічний склад ґрунтових вод у Дочетвертинних відкладах майже такий, як у Четвертинних.

За мінералізацією період літньої межені води відносяться до прісних з відносно підвищеною мінералізацією.

1.5 Водогосподарська діяльність

Довжина річки становить 464 км, площа водозбору – 14 700 км². Українська ділянка має довжину 317 км і площу водозбору 12 590 км².

Ворскла бере початок на сході Белгородської області біля с. Яковлево і в цілому тече у тому ж напрямку, що й р. Псел. Далі, перетнувши Сумську і Полтавську області, впадає у Дніпродзержинське водосховище.

Місце витоку розташоване на висоті 190 м. Падіння становить 126 м. або в середньому 27 см на 1 км.

Більша частина водозбору являє собою слабохвилясту рівнину, на якій трапляються фрагменти листяних, зрідка соснових лісів. У цілому лісові ділянки тяжіють до річки, передусім – її верхньої течії.

У межах України Ворскла має широку мальовничу долину, правий берег якої вищий за лівий. Місцями правий берег сягає висоти 70-80 м. Такі місця зустрічаються у Полтаві (Іванова гора). Заплава зайнята луками, частково заболочена. Ширина русла в нижній течії становить близько 30 м, характерна глибина – 1,5 – 2,0 м. Нині гирло річки затоплене внаслідок створення Дніпродзержинського водосховища.

Спостереження за водним режимом виконуються на постах Чернеччина (відстань від гирла – 255 км, площа водозбору – 5790 км²) і Кобеляки (відповідно 47 км і 13500 км²). Середня багаторічна (1965 – 2009) витрата води на посту Кобеляки становить 34,4 м³/с, максимальна – 580 (15.04.1980), мінімальна – 1,61 м³/с (30.09.1975).

Водний режим Ворскли істотно змінився під впливом господарської діяльності, зокрема зарегулювання. У басейні річки створено кілька десятків

порівняно невеликих водосховищ – більшість у 50-60-х роках минулого століття. Найпізніше – у 1982 р. було зведено Вакулинський гідровузол.

Раніше до складу більшості гідровузлів належали працюючі ГЕС. У 2009 р. працювали лише дві: Опішнянська і Кунцівська. Гідровузли, збудовані на Ворсклі, перебувають у державній власності і належать до сфери управління Держводагенства. Щодо ГЕС, то їх передано в оренду (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 –Руслові водосховища на р.Ворскла

Назва	Відстань від гирла, км	НПР. км	Площа, км ²	Об'єм, млн. м ³
Куземинське	226	99,0	0,85	2,24
Деревківське	210	94,5	0,73	1,6
Опішнянське	196	91,5	0,95	1,52
Вакулинське	151	83,0	1,02	2,8
Нижньо-Млинське	135	80,2	1,16	1,67
Кунцівське	118	74,15	1,01	1,66

З водосховищ, дані про які наведено в табл. 1.1, Куземинське розташоване в Сумській, решта – в Полтавській області.

Хоча потужність працюючих на Ворсклі ГЕС невелика (на рівні 300-400 кВт), заслуговує на увагу сам факт їх роботи. Турбіни на Кунцівській ГЕС виготовлено австрійською фірмою «Фойт» ще в 1949 р. Сама ж ГЕС запрацювала в 1953 р.

З огляду на значний вік гідровузлів їх стан є досить проблемним. За час після введення їх у дію відбувся розмив нижнього б'єфу, бетонні споруди часто мають тріщини. Періодично на гідровузлах виконуються ремонтні роботи, зокрема кріплення берегів і дня у межах флютбету. Більша увага звичайно приділяється Опішнянському і Кунцівському гідровузлам, до складу яких належать працюючі ГЕС.

Режим роботи гідровузлів на Ворсклі встановлюється згідно з рішеннями згаданої вище Міжвідомчої комісії. Так, у Вакулинецькому водосховищі рівень води підтримується нижчим за проектний для запобігання підтопленню.

Найбільше місто на берегах річки – Полтава (населення – 300 тис. осіб). Ділянка річки в межах міста перебуває в підпорі. На нижній околиці міста розташований Нижньо-Млинський гідровузол, який збудовано в 1961 р.

Питне водопостачання Полтави спирається на підземні води. Господарсько-побутові стічні води очищуються на двох комплексах очисних споруд: Супрунівських і Затуринських. Перші розташовані у більшій правобережній частині міста, другі – у лівобережній. У першому разі стічні води скидаються нижче міста у Ворсклу, у другому – в її ліву притоку р. Коломак.

Поміж міст, розташованих на водозборі Ворскли, найбільшими є Охтирка, Кобеляки, Тростянець. Зазначимо, що м. Охтирка – центр нафтовидобувної промисловості України.

Мальовничість Ворскли визначає те, що вона є місцем відпочинку. На берегах збудовано низку дитячих таборів та інших закладів відповідного профілю. Окрім того, річка є об'єктом водного туризму.

1.6 Гідробіологічна характеристика

1.6.1 Фітопланктон р. Ворскла

Виявлено 260 видів водоростей, відзначено переважання діатомових і хлорококкових водоростей, а також значний кількісний розвиток синьо-зелених в окремі періоди. На ділянках, де річка протікає по лісовим масивам, підвищується кількість видів десмідієвих. Основний фон створювали *Melosira varians*, *Cocconeis placentula*. Відзначено наявність ряду видів

водоростей, характерних для слабого осолонення (особливо для нижньої течії), а також масовий розвиток *Entheromorpha* на ділянці нижче м. Полтава.

Домінуюче становище як у флористичному спектрі, так і за показниками кількісного розвитку займають діатомові, особливо планктонні і перифітонні форми, що, можливо, пов'язано зі значним розвитком вищої водної рослинності в районі досліджень (с. Лугове, с. Гора) і гідрологічними умовами під час відбору проб. Частіше за інших зустрічалися *Gomphonema parvulum*, *Amphora ovalis*, *Synedra ulna*, *Melosira variant*, *Cocconeis placentula*, яким і належить першість в чисельності і біомасі, вони є визначальною ланкою у визначенні екологічного стану цієї ділянки.

Зелені водорості представлені переважно хлорококковими, з них найбільшої чисельності досягав *Coelastrum microporum*. Біомаса в основному формувалася за рахунок крупноклітинних діатомових *Amphora ovalis* (2,24 мг/дм³), *Nitzschia vermicularis* (0,73 мг/дм³) *Synedra ulna* (0,72 мг/дм³), *Melosira varians* (0,57 мг/дм³). Значення представників інших відділів в фітопланктоні невелике.

Індекс сапробності за індикаторними видами фітопланктону (1,84) характеризує воду річки як «помірно забруднену органічними речовинами». Індекси видового різноманіття Шеннона, вираховані по чисельності і біомасі, відносно невисокі - 2,64 біт/екз. і 2,32 біт/г, що може свідчити про несприятливі умови для розвитку фітопланктону.

На ділянці Ворскли нижче Полтави виявлено 36 видів водоростей. Роль діатомових в фітопланктоні дещо знижена, в той же час зростає кількісний розвиток центричних, зокрема *Stephanodiscus hantzschii* і *Cyclotella meneghiniana*, що вказує на значне органічне забруднення на цій ділянці. Порівняно з попередньою ділянкою більшого розвитку досягали зелені водорості, половина чисельності яких утворюється за рахунок розвитку *Chlamydomonas* sp., що також підтверджує наявність органічного забруднення. Також підвищується роль золотистих водоростей. Індекс

сапробності на нижній ділянці становить 2,19. що свідчить про незначне підвищення вмісту органічних речовин в порівнянні з верхньою ділянкою.

1.6.2 Зоопланктон р. Ворскла

Всього у зоопланктоні Ворскли та її заплавної водойми виявлено 233 види (265 таксонів рангом нижче роду). Серед них 171 (203) вид коловерток, 20 (20) видів веслоногих і 42 (42) виду гіллястовусих ракоподібних.

Заплавні озера Ворскли дуже різноманітні і характеризуються високим видовим багатством зоопланктону - 159 (181) видів при домінуванні ювенільних особин копепод і кладоцер - *Ceriodaphnia quatragulu*, *Daphnia pulex*, *Simoscephalus venilus*. У проточних і напівпрозорих ділянках русла виявлено 127 (137) і 146 (163) видів відповідно з переважанням ювенільних особин копепод за чисельністю і кладоцер *Sunuceplaius vetulus*, *Eirycercus lamellatus*, *Acroperus harpae* по біомасі.

Основу чисельності зоопланктону Ворскли складають веслоногі ракоподібні або коловертки. На окремих ділянках русла, як, наприклад, нижче впадання р. Охтирка, частка коловерток збільшується до 93% від чисельності зоопланктону, що може бути пов'язано із забрудненням цих ділянок.

За період досліджень чисельність і біомаса зоопланктону Ворскли змінювалася в широких межах: 120 - 339 466 екз/м³ і 0,5 - 82 140 мг/м³ відповідно. Найбільш сприятливі умови для розвитку зоопланктону склалися в напівпрозорих ділянках русла, середні показники чисельності і біомаси в яких становили 59570 екз./м³ і 8230 мг/м³. У проточних ділянках русла реєструвалися мінімальні показники чисельності і біомаси зоопланктону: 5590 екз./м³ і 270 мг/м³. В заплавної озерах показники достатку зоопланктону коливалися в межах 5 320- 91930 екз./м³ і 80 - 8550 мг/м³.

Значення індексу сапробності у водоймах р. Ворскли змінювалися в межах 1,21 - 1,78 (середнє значення - 1,57), за винятком «сірководневого озера», в якому зареєстровано максимальне значення цього показника - 2,73.

1.6.3 Бентосні співтовариства р. Ворскла

Бентосні спільноти р. Ворскла можна розділити на співтовариства зарегульованих ділянок річки і спільноти руслових ділянок. Для кожної з ділянок застосована типізація співтовариств донних організмів, пов'язана з характером ґрунту. Ворскла характеризується найширшою біотопічною різноманітністю, що визначає високий рівень біологічної різноманітності. Найбільш різноманітний бентос на ділянках річки зі швидкістю течії 0,1 - 0,3 м/с, піщано-мулистими ґрунтами, збагачена комплексом фітофільних видів - личинками струмковиків *Hydropsis ornata*, *Ecnomus tenellus*, поденок *Heptagenia sulfurea*, бабок. Найбільш бідні біотопи мулів на ділянках з дуже повільною течією. Тут кількісно і якісно домінують олігохети - тубифіцити. Спостереження, що стосуються поширення видів понто-каспійського комплексу в водоймах басейну Дніпра в повній мірі застосовні і до Ворскли - на прикордонній з Росією ділянці річки була виявлена *Dreissena polymorpha*. Коливання значень індексу Вудівісса і ВВІ від 6 до 8, що носять дискретний, а не градієнтний характер, ілюструють відмінності стану річки на різних ділянках.

2 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД РІЧКИ ВОРСКЛИ

2.1 Теоретичні основи екологічної класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв України

Комплекс показників екологічної класифікації якості поверхневих вод містить загальні специфічні показники. Загальні показники, до яких відносяться показники сольового складу трофо-сапробності вод (еколого-санітарні), характеризують звичайні, властиві водним екосистемам, інгредієнти, концентрація яких може змінюватися під впливом господарської діяльності. Специфічні показники характеризують вміст у воді забруднювальних речовин токсичної і радіаційної дії.

Система екологічної класифікації якості поверхневих вод суші і естуаріїв в Україні містить три групи спеціалізованих класифікацій, а саме:

- група класифікацій за критеріями сольового складу (табл. 2.1 – 2.3);
- класифікація за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями (табл. 2.4);
- група класифікацій за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії, а також за рівнем токсичності (табл. 2.5).

Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші і естуаріїв України повинна обов'язково містити перелічені вище три блоки показників. Результати представляються у вигляді єдиної екологічної оцінки, яка будується на завершальних висновках по цих трьох блоках.

Екологічна оцінка якості води в певному водному об'єкті може бути орієнтовною і ґрунтовною. Орієнтовна екологічна оцінка необхідна для розвідувальних цілей, для попередніх висновків. Ґрунтовна узагальнююча оцінка необхідна для переконливих, відповідальних висновків і рішень.

Таблиця 2.1 – Класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критерієм мінералізації

Клас якості вод	Прісні води-I		Солонуваті води-II			Солоні води-III	
Категорія якості вод	Гіпогалинні -1	Олігогалинні -2	β -мезогалинні -3	α -мезогалинні -4	Полігалинні -4	Еугалинні -6	Ультрагалинні -7
Величина мінералізації, г/дм ³ , %	Менше 0,50	0,51-1,00	1,01-5,00	5,01-18,00	18,01-30,00	30,01-40,00	Більше 40,00

Таблиця 2.2 – Класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критеріями іонного складу

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

Таблиця 2.3 – Класифікація якості прісних гіпо- та олігогалинних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу (використовують для розрахунку I₁)

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

Таблиця 2.4 – Екологічна класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями (використовують для розрахунку I_2)

Клас якості вод	I	II		III		IV	V	
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7	
Показники якості	Гідрофізичні:							
	Завислі речовини, мг/дм ³	<5	5-10	11-20	21-30	31-50	51-100	>100
	Прозорість, м	>1,50	1,00-1,50	0,65-0,95	0,50-0,60	0,35-0,45	0,20-0,30	<0,20
	Гідрохімічні:							
	рН	6,9-7,0	6,7-6,8	6,5-6,6	6,3-6,4	6,1-6,2	5,9-6,0	<5,9
		7,1-7,5	7,6-7,9	8,0-8,1	8,2-8,3	8,4-8,5	8,6-9,7	>8,7
	Азот амонійний, мгN/дм ³	<0,10	0,10-0,20	0,21-0,30	0,31-0,50	0,51-1,00	1,01-2,50	>2,50
	Азот нітритний, мгN/дм ³	<0,002	0,002-0,005	0,006-0,010	0,011-0,020	0,021-0,050	0,051-0,100	>0,100
	Азот нітратний, мгN/дм ³	<0,20	0,20-0,30	0,31-0,50	0,51-0,70	0,71-1,00	1,01-2,50	>2,50
	Фосфор фосфатів, мгP/дм ³	<0,015	0,015-0,030	0,031-0,050	0,051-0,100	0,101-0,200	0,201-0,300	>0,300
	Розчинений кисень, мгO ₂ /дм ³	>8,0	7,6-8,0	7,1-7,5	6,1-7,0	5,1-6,0	4,0-5,0	<4,0
	Розчинений кисень, % насичення	96-100	91-96	81-90	71-80	61-70	40-60	<40
		101-105	106-110	111-120	121-130	131-140	141-150	>150
	Перманганатна окислюваність, мгO ₂ /дм ³	<3,0	3,0-5,0	5,1-8,0	8,1-10,0	10,1-15,0	15,1-20,0	>20,0
Біхроматна окислюваність, мгO ₂ /дм ³	<9	9-15	16-25	26-30	31-40	41-60	>60	
БСК ₅ , мгO ₂ /дм ³	<1,0	1,0-1,6	1,7-2,1	2,2-4,0	4,1-7,0	7,1-12,0	>12,0	

Таблиця 2.5 – Екологічна класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії (використовують для розрахунку I_3)

Клас якості вод		I	II		III		IV	V
Категорія якості вод		1	2	3	4	5	6	7
Показники, мкг/дм ³	Ртуть	<0,02	0,02-0,05	0,06-0,20	0,21-0,50	0,51-1,00	1,01-2,50	>2,50
	Кадмій	<0,1	0,1	0,2	0,3-0,5	0,6-1,5	1,6-5,0	>5,0
	Мідь	<1	1	2	3-10	11-25	26-50	>50
	Цинк	<10	10-15	16-20	21-50	51-100	101-200	>200
	Свинець	<2	2-5	6-10	11-20	21-50	51-100	>100
	Хром	<2	2-3	4-5	6-10	11-25	26-50	>50
	Нікель	<1	1-5	6-10	11-20	21-50	51-100	>100
	Миш'як	<1	1-3	4-5	6-15	16-25	26-35	>35
	Залізо	<50	50-70	76-100	101-500	501-1000	1001-2500	>2500
	Марганець	<10	10-25	26-50	51-100	101-500	501-1250	>1250
	Фториди	<100	100-125	126-150	151-200	201-500	501-1000	>1000
	Ціаніди	0	1-5	6-10	10-25	26-50	51-100	>100
	Нафтопродукти	<10	10-25	26-50	51-100	101-200	201-300	>300
	Феноли (леткі)	0	<1	1	2	3-5	6-20	>20
СПАР	0	<10	10-20	21-50	51-100	101-250	>250	

Орієнтовна екологічна оцінка виконується на підставі разових вимірювань окремих показників якості води, які точніше характеризують екологічний стан водного об'єкта (або його ділянки) і відповідну цьому станові якість води.

Ці разові значення окремих показників якості води зіставляються з відповідними критеріями якості води, представленими в таблицях системи екологічної класифікації. На підставі такого зіставлення визначають категорії і класи якості води за окремими показниками, взятими для разового вимірювання.

Процедура виконання обґрунтованої екологічної оцінки якості поверхневих вод складається з чотирьох послідовних етапів, а саме:

- 1 етап – етап обґрунтування і обробки даних;
- 2 етап – визначення класів і категорій якості води за окремими показниками;
- 3 етап – узагальнення оцінок якості води за окремими показниками (вираженими в класах і категоріях) по окремих блоках з визначенням інтегральних значень класів і категорій якості води;
- 4 етап – визначення об'єднаної оцінки якості води (з визначенням класів і категорій) для певного водного об'єкта в цілому або його окремих ділянок за певний період спостережень.

Етап групування і обробки початкових даних якості води полягає у виконанні певних дій і дотриманні певних умов.

Початкові дані з якості води за окремими показниками групуються в межах трьох блоків. Згруповані по блоках щодо кожного наявного показника якості води, початкові дані піддаються певній обробці, обчислюються середньоарифметичні значення, визначаються мінімальні і максимальні значення, які всі разом характеризують мінливість величин кожного з показників якості води в реальних умовах виконання і аналізу результатів спостережень.

Етап визначення класів і категорій якості води для окремих показників

полягає у виконанні наступних дій:

- середньоарифметичні (середні) значення для кожного показника окремо зіставляються з відповідними критеріями якості води, представленими в табл. 2.1 – 2.5;
- найгірші значення якості води (максимальні або мінімальні) серед цих показників кожного блоку також зіставляються з відповідними критеріями якості води;
- на підставі проведеного зіставлення середньоарифметичних та найгірших значень для кожного показника окремо визначаються категорії якості води за середнім і найгіршим значеннями для кожного показника окремо;
- зіставлення середніх і найгірших значень з критеріями спеціалізованих класифікацій та визначення класів і категорій якості води за окремими показниками також (як і на першому етапі) виконується в межах відповідних блоків.

Етап узагальнення оцінок якості води за окремими показниками з визначенням інтегральних значень класів і категорій якості води виконується лише на підставі аналізу показників в межах відповідних блоків. Це узагальнення полягає у визначенні середніх і найгірших значень для трьох блокових індексів якості води, а саме: для індексу забруднення компонентами сольового складу (I_1), для трофо-сапробіологічного (еколого-санітарного) індексу (I_2), для індексу специфічних показників токсичної радіаційної дії (I_3). Таким чином, повинно бути визначено шість значень блокових індексів, а саме: $I_{1сер}$ та $I_{1макс}$; $I_{2сер}$ та $I_{2макс}$; $I_{3сер}$ та $I_{3макс}$. Маючи значення блокових індексів якості води, легко визначити їхню приналежність до певного класу і категорії якості води за допомогою системи екологічної класифікації (табл. 2.6).

Таблиця 2.6 – Класи та категорії якості поверхневих вод суші та естуаріїв України за екологічною класифікацією

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

Середні значення для трьох блокових індексів якості води визначаються шляхом обчислення середнього номера категорії за всіма показниками даного блоку, при цьому категорія 1 має номер 1, категорія 2 – номер 2 і так далі.

Етап визначення об'єднаної оцінки якості води для певного водного об'єкта в цілому або для окремих його ділянок полягає в розрахунку інтегрального, або екологічного індексу (I_E). Значення екологічного індексу якості води визначається за формулою

$$I_E = (I_1 + I_2 + I_3)/3, \quad (2.1)$$

де I_1 – індекс забруднення компонентами сольового складу;

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

I_3 – індекс специфічних показників токсичної і радіаційної дії.

Екологічний індекс якості води, як і блокові індекси, розраховуються для середніх і для найгірших значень категорій окремо $I_{Eсер}$ і $I_{Eмакс}$.

Екологічна оцінка якості води поверхневих вод суші і естуаріїв України за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями виконується на підставі середніх та найгірших значень кожного з гідрофізичних, гідрохімічних, гідробактеріологічних показників, а також індексів сапробності. Зрештою вони відповідають певному ступеню трофності та зоні сапробності води. Загальна кількість показників цього блоку для забезпечення обґрунтованих висновків не повинна бути меншою, ніж 10.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші і естуаріїв України за специфічними показниками токсичної і радіаційної дії виконується за кожним показником окремо.

Екологічна оцінка є неодмінною умовою екологічного нормування якості поверхневих вод, його попереднім етапом. Тому при виконанні

екологічної оцінки необхідно передбачати зіставлення одержаних результатів із значеннями екологічних нормативів, встановленими для даного водного об'єкта. Це необхідно для аналізу відповідності (або невідповідності) якості вод значенням всіх тих показників, які встановлені в результаті екологічного нормування якості вод для конкретного водного об'єкта.

Результати екологічної оцінки якості поверхневих вод суші і естуаріїв подаються у вигляді таблиць, графіків і карт.

2.2 Теоретичні основи коефіцієнту галинності

Оцінка трансформації хімічного складу і мінералізації річкових вод за багаторіччя виконувалася за модернізованою в 2006 р. В.К. Хільчевським та С.М. Курилом класифікацією О.О. Алекіна. При цьому, модернізація не зачіпає найвищої ознаки – класу, а стосується груп і типів.

Для оцінки кількісних змін показника мінералізації запропоновано використовувати коефіцієнт галинності K_G . Його сутність полягає у наступному: у багаторічному ряді даних про мінералізацію води обирається референтний період, коли спостерігається умовно природний фон. Бажано, щоб цей період знаходився у межах перших п'яти років гідрохімічних спостережень. Осереднене значення середніх показників вважати початковою характеристикою G_R . Відповідне значення для кожного наступного року приймати за поточну характеристику G . Тоді, коефіцієнт галинності має вид:

$$K_G = G / G_R \quad (2.2)$$

де G – мінералізація води за сучасний період, мг/дм³;

G_R – мінералізація води за період умовного гідрохімічного фону.

Якщо $K_G > 1$ – мінералізація зростає, відповідно при коефіцієнті галинності менше за одиницю – мінералізація зменшується.

2.3 Теоретичні основи комбінаторного індексу забрудненості (КІЗ)

У гідрохімічній практиці використовується метод інтегральної оцінки якості води, за сукупністю що знаходяться в ній забруднюючих речовин і частоти їх виявлення.

Встановлення рівня і класу якості води водних об'єктів за величиною комбінаторного індексу забруднення. З метою встановлення рівня якості води проводиться триступенева класифікація за ознаками повторюваності випадків забруднення, кратності перевищення нормативів, а також з урахуванням характеру забруднення.

Перший ступінь класифікації заснований на встановленні міри стійкості забруднення. Як міра стійкості забруднення використовується загальнопоширена в гідрохімічній практиці величина повторюваності випадків перевищення ГДК

$$H_i = \frac{N_{ГДК}}{N_i}, \quad (2.3)$$

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

$N_{ГДК}$ – число результатів аналізу, в яких вміст i -го інгредієнта перевищує його ГДК;

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

Було виділено як якісно відмінні такі характеристики: забруднення може спостерігатися в окремих пробах, тобто бути одиничним; забруднення може бути нестійким; може не бути домінуючим, але очевидно мати стійкий характер; забруднення може бути домінуючим, тобто характерним. Якісним вираженням виділених характеристик забруднення води привласнюються кількісні вираження в балах (табл. 2.7).

Таблиця 2.7 – Класифікація води водних об'єктів за ознаками повторюваності випадків забруднення

Повторюваність, %	Характеристика забруднення води	Часткові оціночні бали	
		виражені умовно	абсолютні значення
0; 10	Одинична	a	1
10; 30	Нестійка	b	2
30; 50	Стійка	c	3
50; 100	Характерна	d	4

Другий ступінь класифікації ґрунтується на встановленні рівня забруднення, мірою якого є показник кратності перевищення ГДК:

$$K_i = \frac{C_i}{C_{ГДК}}, \quad (2.4)$$

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

C_i – концентрація i -го інгредієнта у воді водного об'єкта, мг/дм³;

$C_{ГДК}$ – ГДК i -го інгредієнта, мг/дм³.

За аналізом забруднення води по кратності перевищень нормативів окремою забруднювальною речовиною також виділяють чотири ступеня рівня забруднення, що якісно відрізняються: низький, середній, високий, дуже високий.

Якісним вираженням виділених характеристик також присвоюються кількісні вираження градацій у балах (табл. 2.8).

Таблиця 2.8 – Класифікація води водних об'єктів за рівнем забруднення

Кратність перевищення нормативів	Характеристика рівня забруднення	Часткові оціночні бали	
		виражені умовно	абсолютні значення
0; 2	низький	a ₁	1
2; 10	середній	b ₁	2
10; 50	високий	c ₁	3
50; 100	дуже високий	d ₁	4

При сполученні I і II ступенів класифікації води по кожному з урахованих інгредієнтів отримують узагальнені оцінки якості води. Узагальненим характеристикам присвоєно узагальнені оціночні бали S_i .

Якість води є функцією не тільки окремих її елементів і тривалості їхнього впливу, але і числа цих елементів і комбінаторних відносин їхніх концентрацій. Врахування спільного впливу цих факторів здійснюється в заключному, третьому ступені класифікації.

Якість води визначається через комплексний показник, одержаний складанням узагальнених оціночних балів усіх визначених у створі забруднюючих речовин.

Оскільки при цьому враховуються різні комбінації концентрацій забруднюючих речовин в умовах їхньої одночасної присутності, можна назвати цей комплексний показник комбінаторним індексом забруднення (КІЗ):

$$KIZ = \sum_{i=1}^n S_i . \quad (2.5)$$

Заключний етап класифікації здійснюється на основі величини КІЗ. Інгредієнти, для яких величина загального оцінного бала більше або

дорівнює 11, виділяються як лімітуючі показники забрудненості (ЛПЗ). Комбінаторний індекс забруднення розраховується як сума загальних оціночних балів всіх інгредієнтів. За величиною комбінаторного індексу забрудненості встановлюється клас забрудненості води.

Показник КІЗ враховує одночасно показники якості, вміст яких перевищує встановлені ГДК, повторюваність випадків перевищення ГДК, кратність перевищення ГДК. КІЗ використовується, в основному, в разі комбінованого впливу на екосистеми ряду токсичних речовин.

3 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ОЦІНКИ ЯКІСНОГО СТАНУ ВОД ДОСЛІДЖУВАНИХ ОБ'ЄКТІВ

3.1 Розрахунок на основі комплексної екологічної оцінки

У дипломній роботі для визначення гідроекологічного стану води річки Ворскла за період з 1991 по 2007 рр. було використано зведені матеріали по гідрохімічних показниках на трьох постах: вище села Чернетчина та в її межах, місто Кобеляки.

Відомо, що процедура виконання обґрунтованої екологічної оцінки якості поверхневих вод складається з чотирьох послідовних етапів.

На першому етапі були сформовані ряди даних з максимальних та середніх значень основних гідрохімічних показників, які використовуються в методиці для виконання екологічної оцінки.

На другому етапі визначалися класи і категорії якості води за трьома критеріями: критерієм забруднення компонентами сольового складу, за трофо-сапробіологічними та критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії. Аналіз результатів класифікації якості вод досліджуваних об'єктів за критерієм мінералізації показав, що води річки Ворскли у с. Чернетчина (у межах села), за весь досліджуваний період належать до класу якості вод – прісні води-I, категорії якості – олігогалинні-2; води річки Ворскли у с. Чернетчина (2 км вище села) відносяться до класу якості вод - прісні води-I, категорії якості – олігогалинні-2; води річки Ворскли у м. Кобеляки (у межах міста) відносяться до класу якості вод - прісні води-I, категорії якості – олігогалинні-2.

За критерієм сольового складу на двох постах в районі села Чернетчина для суми іонів та іонів сульфату був визначений II клас (категорія 2-3), для іонів хлору III клас (4 категорія). Вже в м. Кобеляки іони сульфату переходять в III клас, останні компоненти незмінні. Тобто, за критерієм сольового складу можна зробити висновок про погіршення якості води

р. Ворскла вниз за течією (Додаток А, таблиця А.1).

При класифікації за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями дані дозволяли взяти 11 показників серед яких основні: розчинений кисень, азотовмісні речовини, фосфор, БСК₅. Дані трофо-сапробіологічного характеру аналізувались по всім постам, також визначався клас і категорія якості води, з подальшим усередненням даних (Додаток А, таблиця А.2). Таблиця має різномірні значення тому можна дати оцінку лише по усередненим значенням. Води р. Ворскла на всіх пунктах спостереження відносяться до II класу (категорія 3). Максимальне забруднення спостерігається для прозорості (IV клас), азоту нітратного та фосфору фосфатного (II клас).

Останнім етапом є дослідження якості води по критеріям вмісту специфічних речовин токсичної дії: важких металів, токсичних та радіоактивних речовин. У дослідженнях були задіяні 7 показників: залізо, мідь, хром, цинк, нафтопродукти, феноли, СПАР (Додаток А, таблиця А.3). Розглядаючи таблицю А.3 можна сказати, що води на цих постах практично однакового стану, за винятком декількох показників. Найвищий клас встановлений для СПАР (клас III-IV), найнижчий – для хрому (клас I-II).

На третьому етапі виконання екологічної оцінки проводилося узагальнення оцінок якості води за окремими показниками по окремих блоках з визначенням інтегральних значень класів і категорій якості води (рис. 3.1 - 3.3).

Аналізуючи графік зміни середніх значень показників блокового індексу забруднення компонентами сольового складу ($I_{1сер}$, рис. 3.1) можна відзначити, що для поста у с. Чернеччина (у межах села) значення змінюються від 2.7 до 4.3. Для поста у с. Чернеччина (2 км вище села) значення змінюються в інтервалі від 2.7 до 3.7. Значення показників для поста у м. Кобеляки (у межах міста) від 2.7 до 4.7.

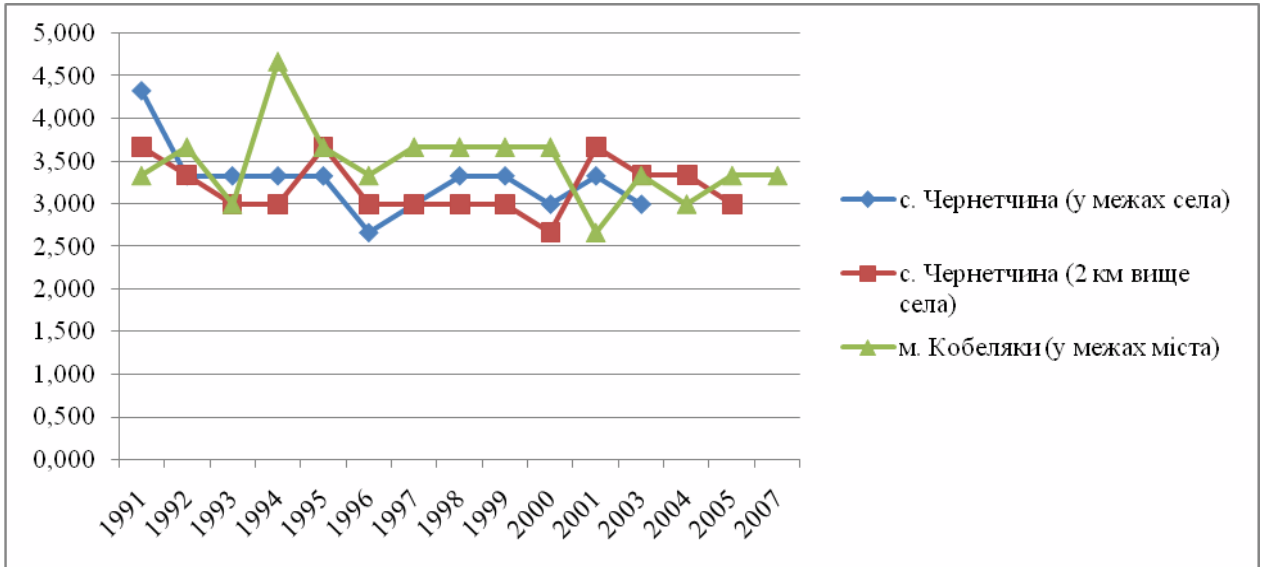


Рисунок 3.1 - Графік зміни середніх значень показників блокового індексу забруднення компонентами сольового складу з 1991 по 2007 рр.

Розглядаючи графік зміни середніх значень показників еколого-санітарного індексу ($I_{2сер}$, рис. 3.2) встановлено, що значення показників для всіх досліджуваних об'єктів коливаються в межах від 2.8 до 4.4.

При аналізі графіка зміни середніх значень показників блокового індексу специфічних речовин токсичної дії ($I_{3сер}$, рис. 3.3) можна назвати наступне: для поста у с. Чернетчина (у межах села) значення індексу змінюється від 3.3 до 4.0, для поста у с. Чернетчина (2 км вище села) коливаються в середньому від 3.3 до 4.3, для поста у м. Кобеляки коливання відбувається в середньому від 3.1 до 4.9.

На четвертому етапі виконувалося визначення об'єднаної оцінки якості води для певного водного об'єкта в цілому (таблиця А.4). В результаті чого можна зробити такі основні висновки: щодо якісного стану вод у с. Чернетчина (у межах села), с. Чернетчина (2 км вище села) та у м. Кобеляки за середніми значеннями інтегрального індекса - клас якості вод – III; категорія якості води 4; назва класів якості вод за їх станом – добрі; назва категорій якості вод за їх станом – задовільні; назва класів якості вод за

ступенем їх чистоти – чисті; назва категорій якості вод за ступенем їх забрудненості – досить чисті.

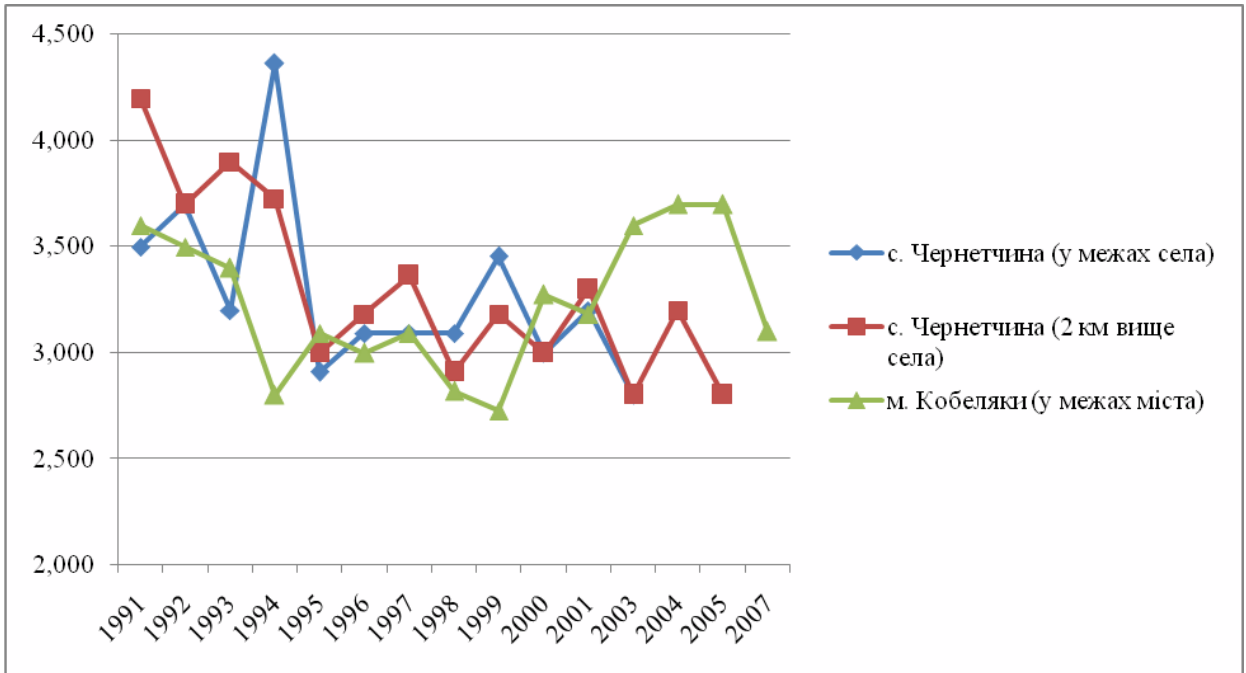


Рисунок 3.2 - Графік зміни середніх значень показників блокового еколого-санітарного індексу з 1991 по 2007 рр.

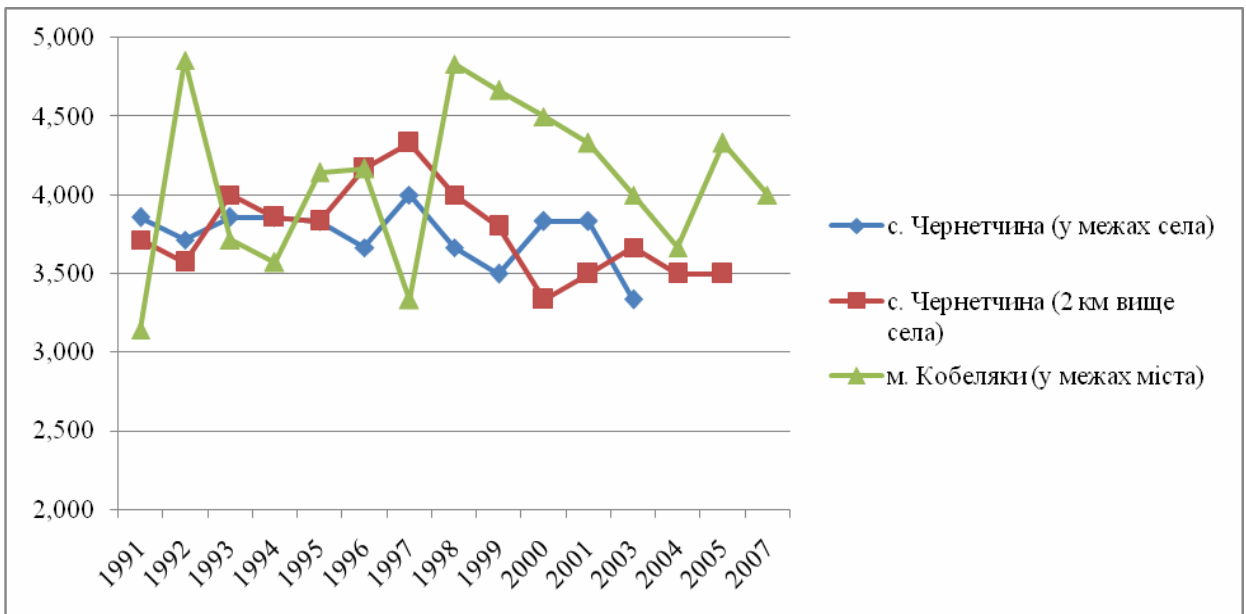


Рисунок 3.3 - Графік зміни середніх значень показників блокового індексу специфічних речовин токсичної дії з 1991 по 2007 рр.

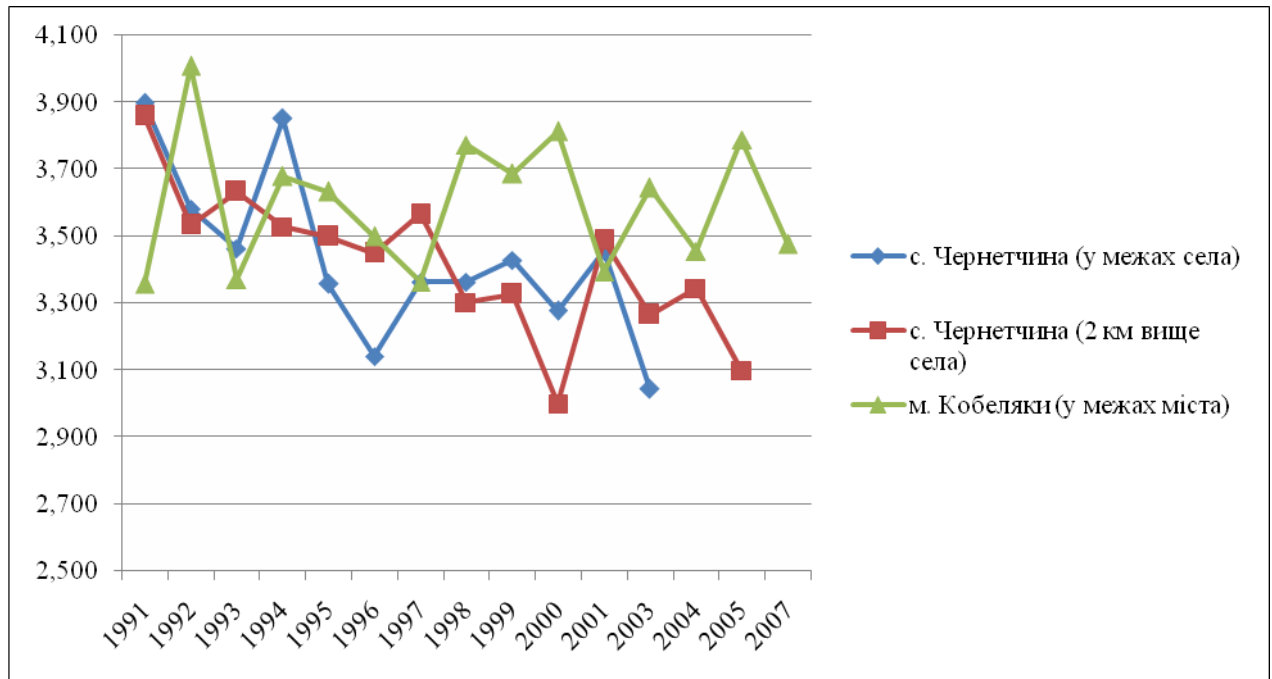


Рисунок 3.4 - Графік зміни середніх значень показників блокового індексу I_e з 1991 по 2007 рр.

3.2 Розрахунок на основі коефіцієнту галінності (K_G)

При розрахунку коефіцієнта галінності було виділено 5 розрахункових періодів по 5 років кожний, які містяться у періоді спостережень з 1990 по 2014 рр. Загальні таблиці з розрахунками були поміщені у Додатку Б.

Коефіцієнти K_G визначалися як для стоку, так і для мінералізації і додатково для вмісту металів (залізо, мідь, хром та цинк). Розрахунки виконувалися для створів р. Ворскла – с. Чернетчина (у межах села), р. Ворскла – с. Чернетчина (2 км вище села) та р. Ворскла – м. Кобеляки (у межах міста) за період з 1991 по 2014 рр.

Визначення коефіцієнтів $K_{G\text{показало}}$ показало, що вміст у воді металів у створі р. Ворскла – с. Чернетчина (в межах села) та м. Кобеляки (в межах міста) зменшується від 1.0 до 0.1, а у створі р. Ворскла – с. Чернетчина (2 км вище села) змінюється від 1.0 до 0.0.

Коефіцієнт галінності за сумою іонів на всіх трьох постах майже не змінюється: у створі р. Ворскла – с. Чернетчина (в межах села) та

с. Чернеччина (2 км вище села) коливається від 1.0 до 0.8, а у створі м. Кобеляки (в межах міста) – від 1.0 до 0.7.

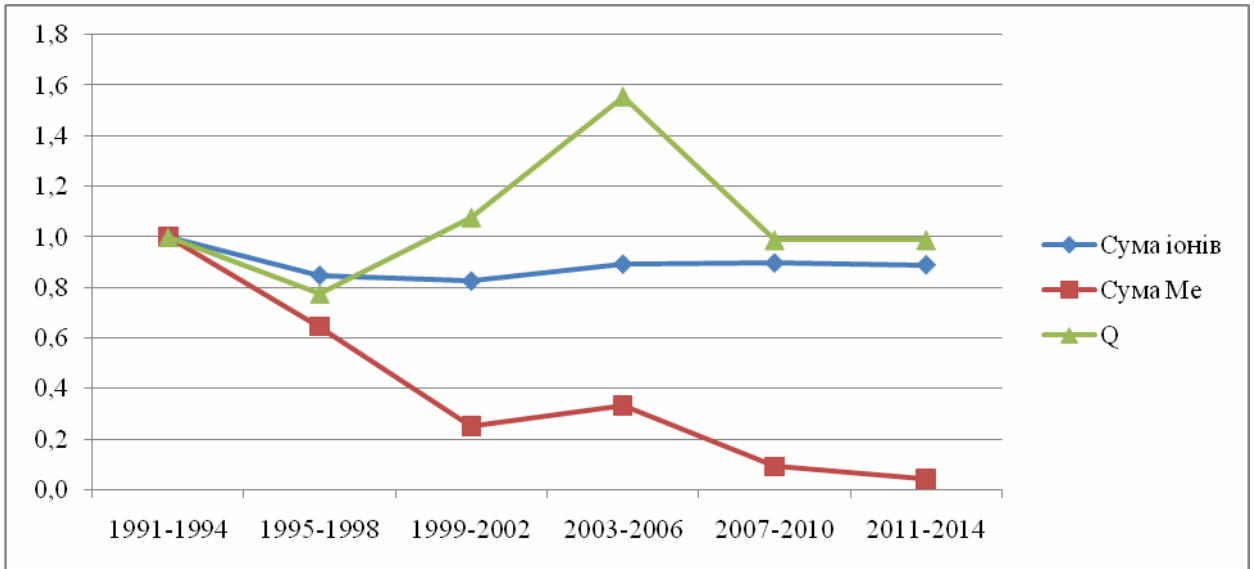


Рисунок 3.5 - Часовий розподіл коефіцієнту галинності для р. Ворскла – с. Чернеччина (2 км вище села) за період 1990 – 2014 рр.

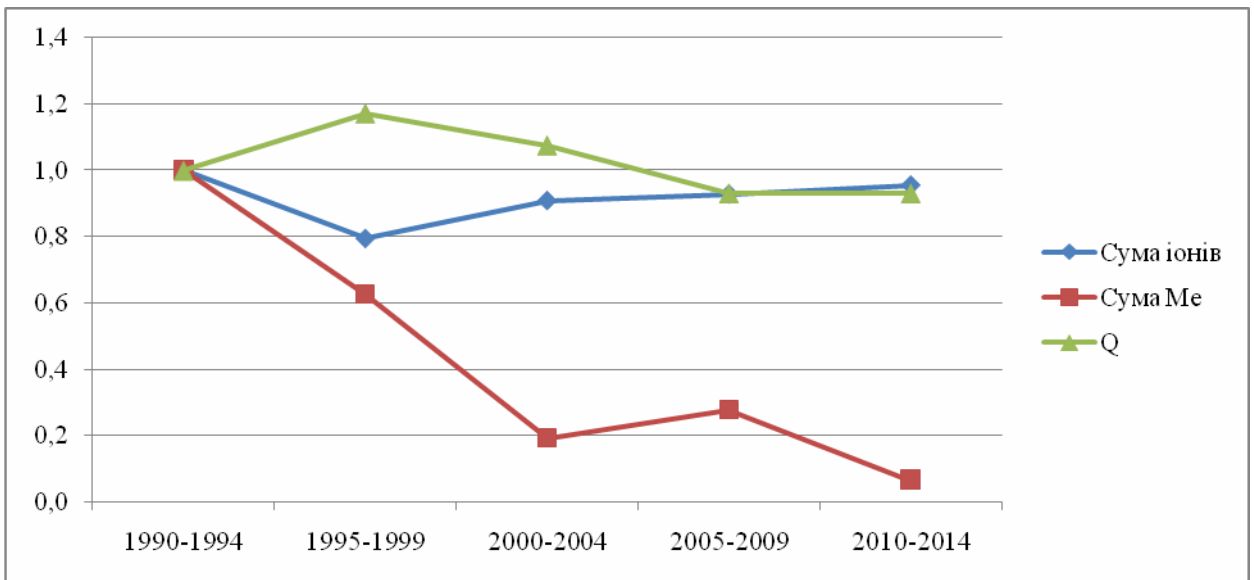


Рисунок 3.6 -Часовий розподіл коефіцієнту галинності для р. Ворскла – с. Чернеччина (в межах села) за період 1990 – 2014 рр.

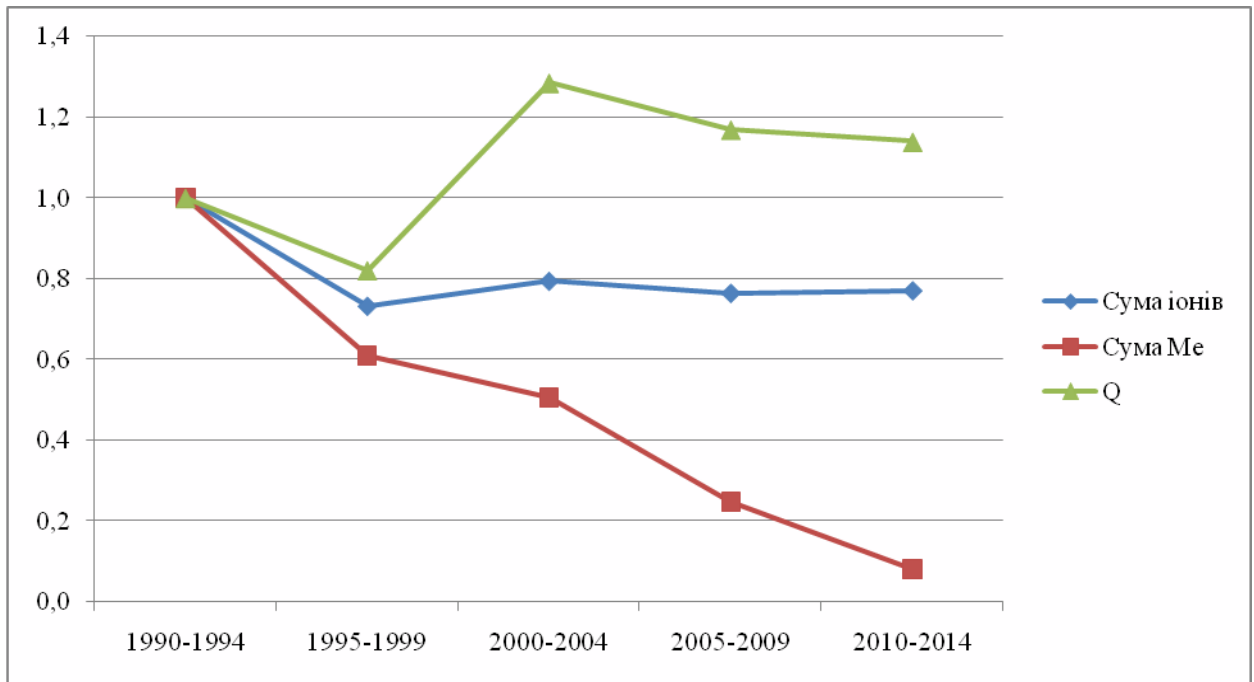


Рисунок 3.7 -Часовий розподіл коефіцієнту галинності для р. Ворскла – м. Кобеляки (в межах міста) за період 1990 – 2014 рр.

3.3 Розрахунок на основі комбінаторного індексу забрудненості

За методом Гідрохімічного інституту (ГХІ) розрахунок виконувався для 19 гідрохімічних показників (прозорість, завислі речовини, рН, розчинений кисень, БСК₅, феноли, сульфати SO_4^{2-} , залізо Fe^{3+} , азот нітритний NO_2^- , азот нітратний NO_3^- , мінералізація, мідь Cu^{2+} , азот амонійний NH_4^- , хлориди Cl^- , фосфор фосфатний, нафтопродукти, СПАР, цинк, хром загальний) згідно господарсько-питних нормативів ГДК (ГДК_{г-п}).

Для першого поста р.Ворскла – с. Чернеччина (вище села) за ознакою повторюваності випадків забрудненості встановлено, що «характерна» повторюваність притаманна для завислих речовин, прозорості та фенолів (50-100%), Для заліза та нафтопродуктів можна відмітити широкий діапазон зміни концентрації у воді і призводить від «одиночної» до «характерної»

повторюваності випадків забрудненості. Майже незмінною залишається ситуація на другому пункті спостережень р.Ворскла – с. Чернеччина (в межах села). Для останнього пункту спостереження р.Ворскла – м. Кобеляки можна відмітити погіршення якості води за ознакою повторюваності для заліза, характеристика забрудненості за весь період спостереження переходить до «характерної».

Розрахунок рівня забрудненості за показником кратності перевищення (K_i) ГДК_{г-п} дав змогу визначити належність забруднювальної речовини до одного з чотирьох ступенів рівня забрудненості. У водах р. Ворскла від с. Чернеччина до м. Кобеляки виділяються три показники: завислі речовини (кратність перевищення 10-50 – «високий»), феноли (кратність перевищення 2-10 – «середній») та залізо (кратність перевищення 0-10 – від «низького» до «середнього»).

Після узагальнення даних по окремих гідрохімічних показниках за допомогою комбінаторного індексу забруднення (КІЗ) шляхом додавання всіх узагальнених оцінних балів (S_i) було отримано, що для господарсько-питного використання індекс забрудненості КІЗ на р. Ворскла вище с. Чернеччина коливається від 39 (200-2001 рр.) до 54 (1991 р.) дорівнює 75 у 2001 році, а мінімальний – 15 (1999 рік). Максимальний питомий комбінаторний індекс забрудненості (ПКІЗ) становить 2,9, а мінімальний – 2,2 (рис. 3.8).

У межах с. Чернеччина КІЗ приймає значення від 36 (2001 р.) до 67 (1995 р.), Максимальний питомий комбінаторний індекс забрудненості становить 3,5, а мінімальний – 2,0. Для кінцевого поста в м. Кобеляки максимальне значення КІЗ– 53 (1991 р.), а мінімальне – 39 (2007 р.). Питомий комбінаторний індекс забрудненості коливається в межах 2,2 (1998, 2007 рр.) – 2,8 (1991 р.) (рис. 3.9, 3.10)

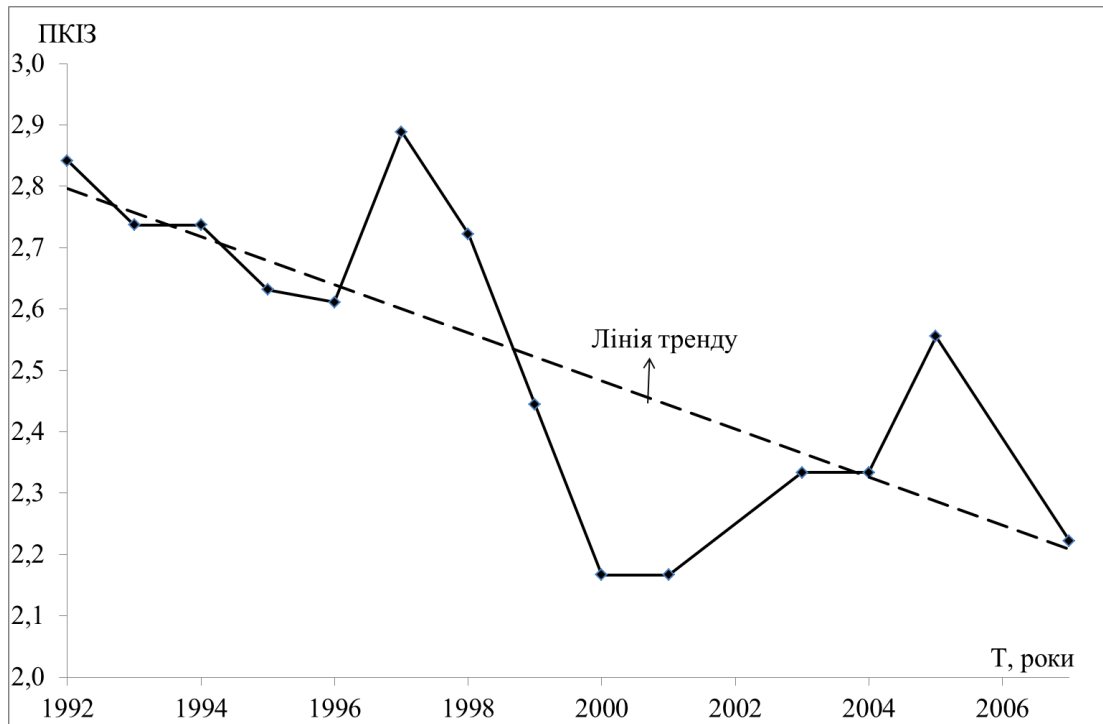


Рисунок 3.8 -Хронологічний хід значень ПКІЗ на р. Ворскла – с. Чернеччина (вище села) за період 1992-2007 рр.

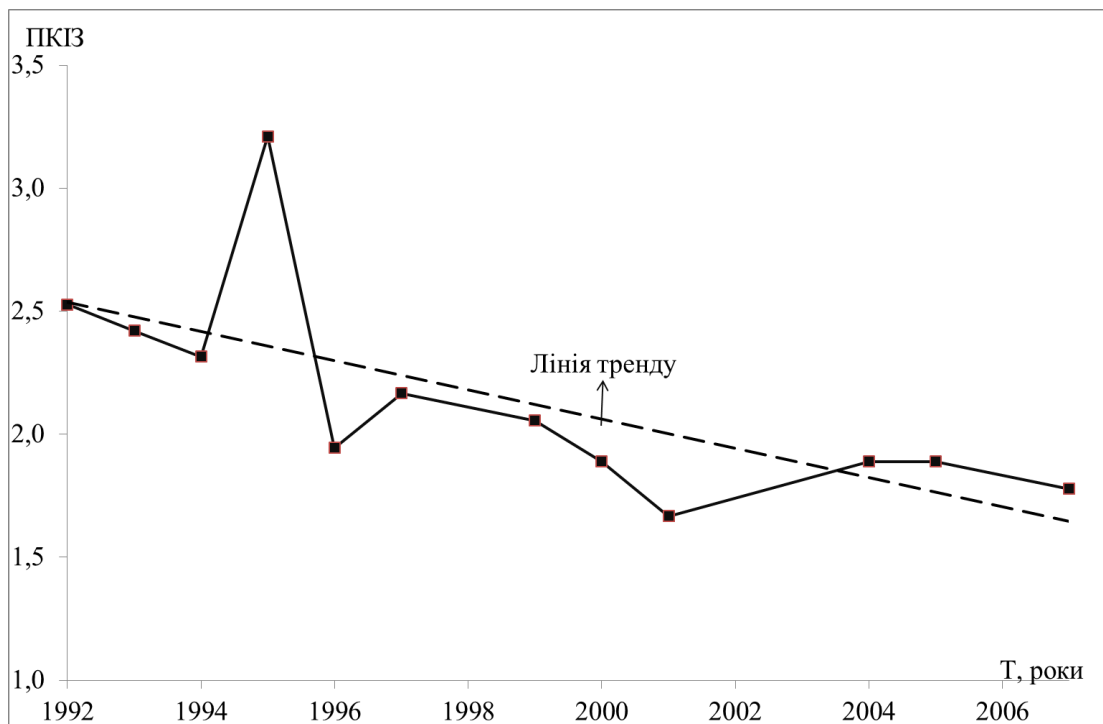


Рисунок 3.9 -Хронологічний хід значень ПКІЗ на р. Ворскла – с. Чернеччина (в межах села) за період 1992-2007 рр.

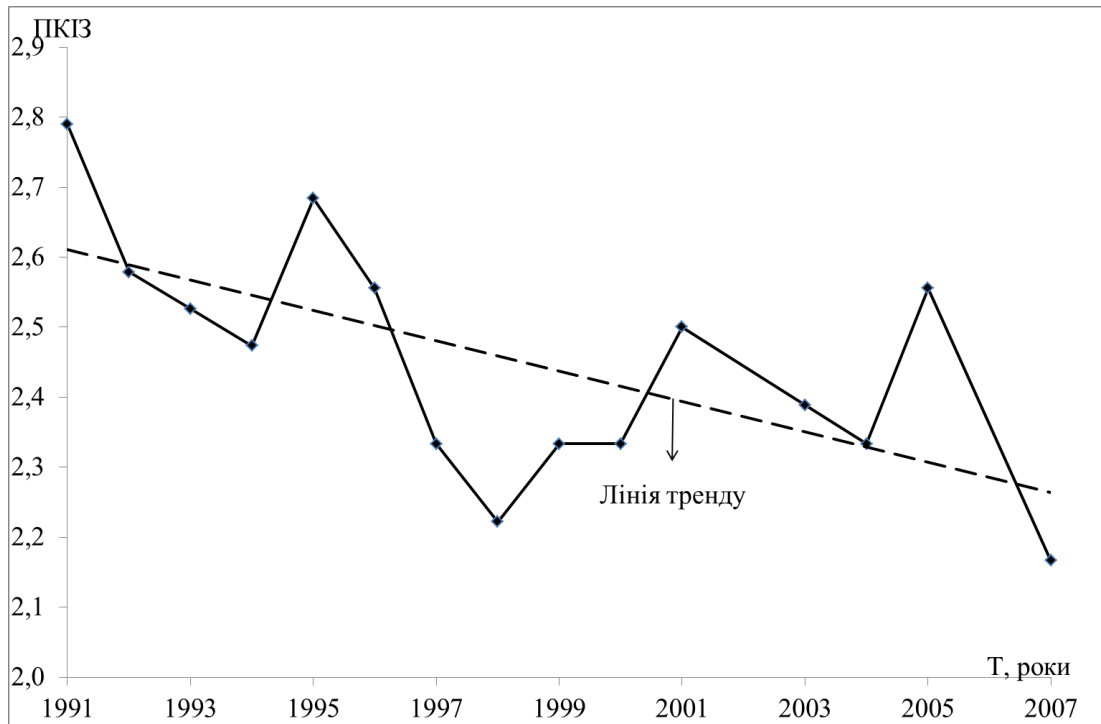


Рисунок 3.10 -Хронологічний хід значень ПКІЗ на р. Ворскла – м. Кобеляки за період 1991-2007 рр.

Отже, за допомогою методики Гідрохімічного інституту (ГХІ) було визначено, що на р. Ворскла за період 1992-2007 рр. переважаючим є «брудний» стан води, який свідчить про непридатність для вживання її для господарсько-питного водокористування (табл. 3.1-3.3). Використання у промисловості можливе для певних цілей. До головних забруднювачів відносяться завислі речовини, залізо та феноли (рис. 3.11-3.13).

Таблиця 3.1 - Оцінка придатності вод р. Ворскла – Чернеччина (вище села) за 1992 – 2007 рр. для господарсько-питних потреб за методом ГХІ

Рік	Речовини – ЛОЗ	КІЗ	ПКІЗ	Клас якості
1992	Завислі речовини	54	2,8	III, б – «Брудна»
1993	Завислі речовини	52	2,7	III, а – «Брудна»
1994	Завислі речовини	52	2,7	III, а – «Брудна»
1995	Завислі речовини	50	2,6	III, а – «Брудна»
1996	Завислі речовини	47	2,6	III, а – «Брудна»
1997	Завислі речовини	52	2,9	III, б – «Брудна»
1998	Завислі речовини	49	2,7	III, а – «Брудна»
1999	Завислі речовини	44	2,4	III, а – «Брудна»
2000	Завислі речовини	39	2,2	III, а – «Брудна»
2001	Завислі речовини	39	2,2	III, а – «Брудна»
2003	Завислі речовини	42	2,3	III, а – «Брудна»
2004	Завислі речовини	42	2,3	III, а – «Брудна»
2005	Завислі речовини	46	2,6	III, а – «Брудна»
2007	Завислі речовини	40	2,2	III, а – «Брудна»

Таблиця 3.2 - Оцінка придатності вод р. Ворскла – Чернеччина (в межах села) за 1992 – 2007 рр. для господарсько-питних потреб за методом ГХІ

Рік	Речовини - ЛОЗ	КІЗ	ПКІЗ	Клас якості
1992	Завислі речовини	48	2,5	III, а – «Брудна»
1993	Завислі речовини	46	2,4	III, а – «Брудна»
1994	Завислі речовини	44	2,3	III, а – «Брудна»
1995	Завислі речовини	61	3,2	III, б – «Брудна»
1996	Завислі речовини	35	1,9	III, а – «Брудна»
1997	Завислі речовини	39	2,2	III, а – «Брудна»
1999	Завислі речовини	37	2,1	III, а – «Брудна»
2000	Завислі речовини	34	1,9	III, а – «Брудна»
2001	Завислі речовини	30	1,7	II – «Забруднена»
2004	Завислі речовини	34	1,9	III, а – «Брудна»
2005	Завислі речовини	34	1,9	III, а – «Брудна»
2007	Завислі речовини	32	1,8	II – «Забруднена»

Таблиця 3.3 - Оцінка придатності вод р. Ворскла – Кобеляки (в межах села) за 1992 – 2007 рр. для господарсько-питних потреб за методом ГХІ

Рік	Речовини - ЛОЗ	КІЗ	ПКІЗ	Клас якості
1991	Завислі речовини	53	2,8	III, б – «Брудна»
1992	Завислі речовини	49	2,6	III, а – «Брудна»
1993	Завислі речовини	48	2,5	III, а – «Брудна»
1994	Завислі речовини	47	2,5	III, а – «Брудна»
1995	Завислі речовини, феноли	51	2,7	III, б – «Брудна»
1996	Завислі речовини	46	2,6	III, а – «Брудна»
1997	Завислі речовини	42	2,3	III, а – «Брудна»
1998	Завислі речовини	40	2,2	III, а – «Брудна»
1999	Завислі речовини	42	2,3	III, а – «Брудна»
2000	Завислі речовини	42	2,3	III, а – «Брудна»
2001	Завислі речовини, феноли	45	2,5	III, б – «Брудна»
2003	Завислі речовини	43	2,4	III, а – «Брудна»
2004	Завислі речовини	42	2,3	III, а – «Брудна»
2005	Завислі речовини	46	2,6	III, а – «Брудна»
2007	Завислі речовини	39	2,2	III, а – «Брудна»

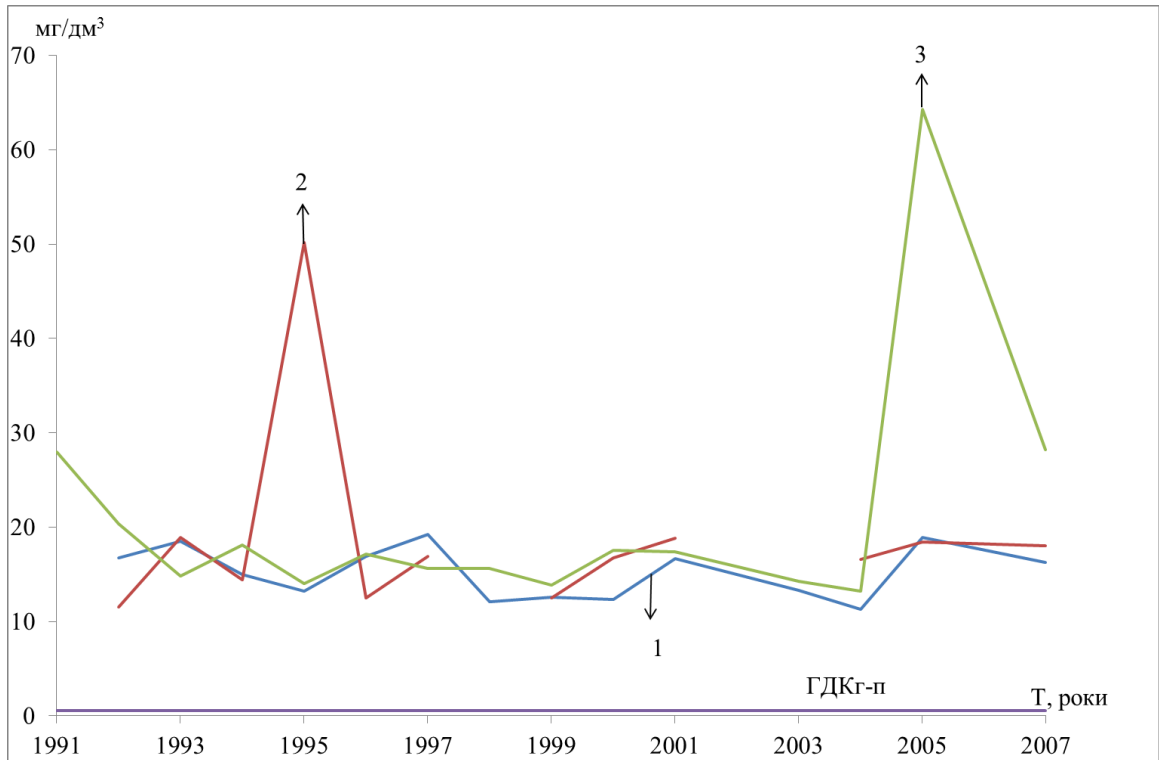


Рисунок 3.11 - Перевищення ГДК_{Г-П} завислими речовинами на р. Ворскла за період 1991-2007 рр.

1 – вище села Чернеччина, 2 – в межах села Чернеччина, 3 – м. Кобеляки

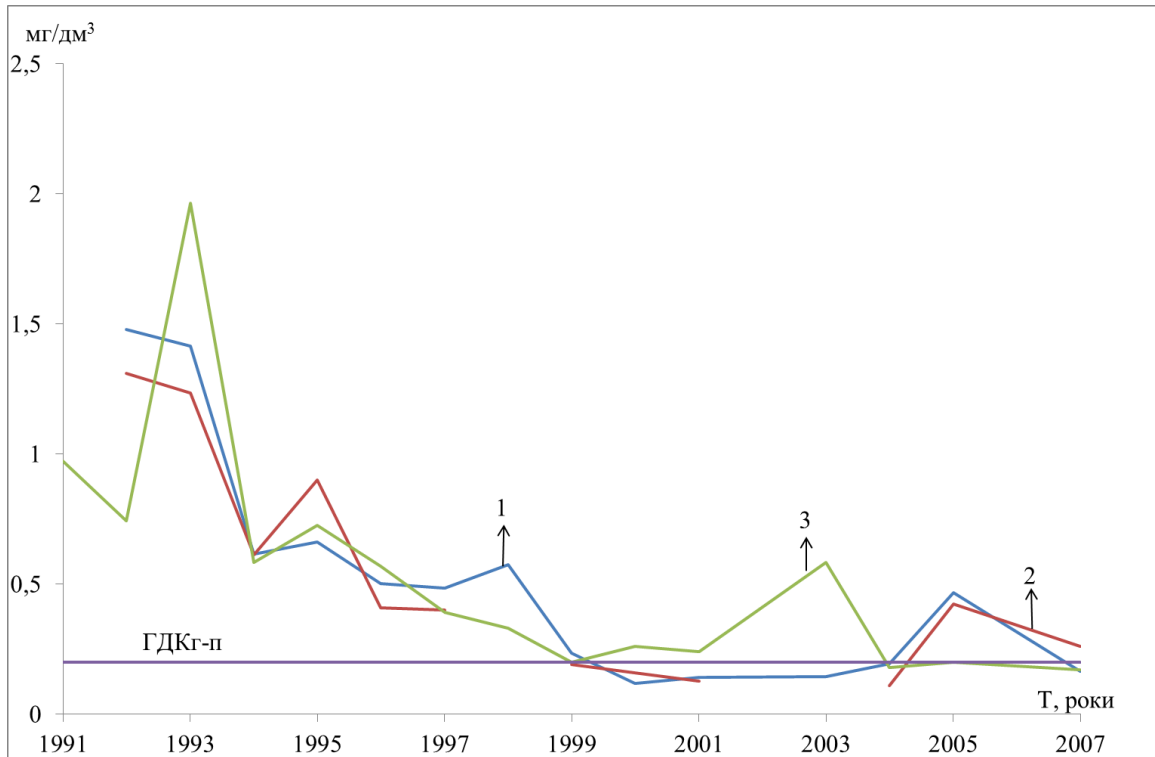


Рисунок 3.12 - Перевищення ГДК_{Г-П} залізом на р. Ворскла за період 1991-2007 рр.

1 – вище села Чернеччина, 2 – в межах села Чернеччина, 3 – м. Кобеляки

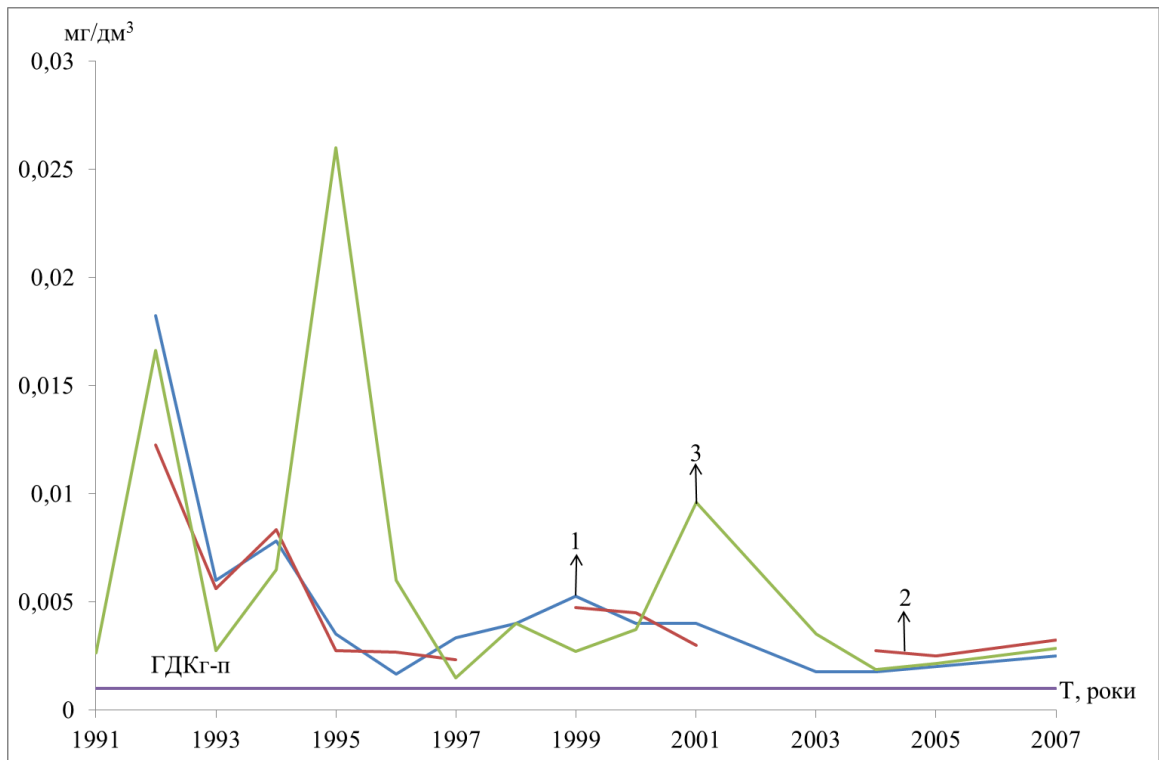


Рисунок 3.13 - Перевищення ГДКГ-п фенолами на р. Ворскла за період 1991-2007 рр.

1 – вище села Чернеччина, 2 – в межах села Чернеччина, 3 – м. Кобеляки

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі вирішено задачу оцінки змін гідрохімічних та гідроекологічних показників р. Ворскла, які відбувалися на протязі 1991-2007 рр.

Річка Ворскла є однією з найбільших лівобережних приток р. Дніпро. Витоки р. Ворскла знаходяться в Івнянському районі на схід від села Рождественка. Русло формується від злиття двох струмків, що виходять із ставків, розташованих біля села Рождественка і вище села Покровка. Річка тече з північного сходу на південний захід. Найбільш значними правобережними притоками Ворскли є Ворсклиця і Готня, а лівобережними – Гостенка, Лозова та Грайворонка. У 10 км на південний захід від м. Грайворон р. Ворскла переходить на територію України, протікає спочатку по Сумській, а потім по Полтавській областях. Загальна протяжність річки складає 464 км, а в межах України - 317 км. Площа басейну 14700 км², у межах нашої держави - 12,59 тис. км².

Найбільше місто на берегах річки – Полтава (населення – 300 тис. осіб). Питне водопостачання Полтави спирається на підземні води. Господарсько-побутові стічні води очищуються на двох комплексах очисних споруд: Супрунівських і Затуринських. Перші розташовані у більшій правобережній частині міста, другі – у лівобережній. У першому разі стічні води скидаються нижче міста у Ворсклу, у другому – в її ліву притоку р. Коломак. Поміж міст, розташованих на водозборі Ворскли, можна виділити Охтирка, Кобеляки, Тростянець. Зазначимо, що м. Охтирка – центр нафтовидобувної промисловості України.

Якість води р. Ворскла у межах України оцінювалась за допомогою методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями; методики оцінки якості води на основі коефіцієнту галинності; методики Гідрохімічного інституту (ГХІ).

За об'єднаною оцінкою якості природних вод досліджувані об'єкти за середніми значеннями показників належать до III класу якості вод, до 4 категорії якості вод. Назва класів якості вод за їх станом та назва категорій якості вод за їх станом становила добрі та задовільні відповідно. Назва класів якості вод за ступенем їх чистоти та назва категорій якості вод за ступенем їх чистоти становила чисті та досить чисті відповідно.

Аналіз вихідних даних показує, що основне забруднення і, як наслідок, погіршення класу якості води, спричиняли такі речовини як залізо, феноли та СПАР.

За коефіцієнтом галинності (KG) по визначенню для стоку, мінералізації та вмісту у воді металів (залізо, мідь, хром та цинк) показало, що стік та мінералізація на всіх трьох постах не сильно змінюються за досліджуваний період (тільки декілька разів були скачки стоку), а вміст металів у воді значно зменшується за період з 1991 по 2014 рр.

За допомогою методики Гідрохімічного інституту (ГХІ) було визначено, що на р. Ворскла за період 1992-2007 рр. переважаючим є «брудний» стан води, який свідчить про непридатність для вживання її для господарсько-питного водокористування.

Так як методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями застосовується в державних установах для визначення якості вод, можна сказати, що на цей час води річки Ворскли є переважно придатними для побутового використання та інших потреб населення. Але все ж таки їх стан з роками погіршується через зростання антропогенного навантаження на них. Крім того слід відзначити, що деяка кількість забруднення надходить з території Росії.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Алекин О.А. Гидрохимия . Л., Гидрометеиздат, 1968. 282с.
2. Атлас природных условий и естественных ресурсов УССР. М.: Главное управление по геодезии и картографии при Совете Министров СССР, отдел географии, 1978. 120с.
3. Геология и полезные ископаемые Украины : атлас // М.М. Байсарович, В.М. Беланов, М.А. Бородулин и др. Київ. ДП «Такі справи», 2001. 168 с.
4. Винарчук О.О., Хільчевський В.К. Умови формування хімічного складу води та вивченість гідрохімічного режиму річок лівобережного лісостепу // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Науковий збірник / Відп. ред. В.К. Хільчевський. К.: ВГЛ «Обрії», 2010 . Т.18. 219-229с.
5. Вишневський В.І. Річки і водойми України. Стан і використання. Київ.: Віпол, 2000. - 375с.
6. Вишневський В.І., Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України. Київ. Ніка-Центр, 2003. – 324 с.
7. Вишневський В.І. Ріка Дніпро: Наукове видання Київ.: Інтерпрес ЛТД, 2011. – 384 с.
8. Владимиров А.М. Сток рек в маловодный период года Л.: Гидрометеиздат, 1976. 295 с.
9. Водний фонд України / За ред. В.М. Хорєва, К.А. Алієва. // довідковий посібник Київ. Ніка-Центр, 2001. 392 с.
10. Гідролого-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра / В.К. Хільчевський, І.М. Ромась, М.І. Ромась та ін.; За ред. В.К. Хільчевського. Київ. Ніка-Центр, 2007. 184 с.
11. Гидрогеология СССР. Украинская ССР / Под ред. Ф.А. Руденко. – М. Недра, 1971. Т.5. 614 с.
12. Гидрохимический атлас СССР. М.: ГУГК, 1990. 110 с.;

13. Гидрохимическое картирование с применением вероятностно-статистических методов / под ред. В.И. Пелешенко. Киев. Вища школа, 1979. 97 с.
14. Горев Л.Н., Никанорова А.М., Пелешенко В.И. Региональная гидрохимия. Київ. Вища школа, 1989. 280 с.
15. Горев Л.М., Пелешенко В.І., Кирничний В.В. Методика оптимізації природного середовища проживання. Київ. Либідь, 1992. 528 с.
16. Горев Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Гідрохімія України. Київ. Вища школа, 1995. 307 с.
17. Гриб Й.В., Клименко М.О., Сондак В.В. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем (гідрохімія, гідробіологія, гідрологія, управління). Навчальний посібник. Т.2. Волинські обереги. 347 с.
18. Доброумов Б.М., Устюжанин Б.С. Преобразование водных ресурсов и режима рек центра ЕТС. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 221 с.
19. Дж. К. Родда. Грани гидрологии [монография]. Л.: Гидрометеиздат, Т.2. 1987. 534 с.
20. Экологическое состояние трансграничных участков рек бассейна Днестра на территории Украины / Под. ред. А.Г. Васенко и С.А. Афанасьева. Київ. Академперіодика, 2002. 355 с.
21. Екологічне оздоровлення Дніпра / В. Шевчук, О. Мазуркевич, В. Навроцький. Київ. 2001. 267 с.
22. Камзіст Ж.С., Шевченко О.Л. Гідрогіологія України. Навчальний посібник. Київ. Фірма "Інкос", 2009. 612 с.
23. Коротун І. М., Коротун Л.К., Коротун С.І. Природні ресурси України: Навчальний посібник. Рівне, 2000. 192 с.
24. Косовець О.О., Онанко Ю.І., Радзієвська Н.Г. Сучасний стан забруднення поверхневих вод на території України за даними спостережень мережі гідрометслужби // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2006. Т.11. С. 257-263.

25. Курило С.М., Винарчук О.О. Багаторічні зміни мінералізації і вмісту головних іонів у воді р. Псел та аналіз їх взаємозв'язку із водністю // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2012. Т.1(26). С.95-101.
26. Лобода Н.С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния. Монография. Одесса. Экология, 2005. 208 с.
27. Лобода Н.С., Даус М.Є., Пилип'юк В.В. Просторово-часові закономірності розподілу забруднюючих речовин в басейнах річок Псел та Ворскла. Матеріали Х наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2010. 46-47 с.
28. Лобода Н.С., Пилип'юк В.В. Динаміка хімічного складу води по довжині р. Ворскла та оцінка її якості // Вісник Одеського державного екологічного університету. Вип.11. Одеса: ТЕС. 2011. С. 178-189.
29. Лобода Н.С., Пилип'юк В.В. Оцінка якості води р. Ворскла за гідрологічними показниками в роки різної водності // Матеріали ХІ наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. Одеса: Екологія, 2011. 42-43 с.
30. Лобода Н.С., Пилип'юк В.В. Оценка антропогенной нагрузки на водные ресурсы рек Псел и Ворскла // Регіональні екологічні проблеми. Матеріали V Міжнародної наукової конференції студентів, магістрів і аспірантів: Матеріали доповідей. Одеськ. Держ. Екологічний Університет. Одеса: ТЕС, 2012. 229-231 с.
31. Лобода Н.С., Пилип'юк В.В. Динаміка забруднюючих речовин за довжиною трансграничної річки Ворскла // Матеріали ХІІ наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ; Одеськ. Держ. Екологічний Університет. Одеса: ТЕС, 2012. 47 с.
32. Лобода Н.С., Пилип'юк В.В. Оценка экологического состояния рек Псел и Ворскла по уровню использования вод в трансграничной зоне "Россия-Украина" // Вісник Одеського державного екологічного університету. Вип.14. Одеса: ТЕС. 2012. С. 151-159.

- 33.Лобода Н.С., Пилип'юк В.В. Тенденції зміни водності та якості води річок Псел та Ворскла на початку XXI сторіччя // Україна: географія цілей та можливостей. Зб. наук. праць. Н.: ФОН «Лисенко М.М.», 2012. Т. 1 – 192-195 с.
- 34.Лобода Н.С., Пилип'юк В.В. Аналіз змін якості води річок Псел та Ворскла у часі // Матеріали II Міжнародної конференції «Молодь у вирішенні екологічних та соціально-економічних проблем сьогодення». Одеса: ТОВ «ДІА», 2013. С.109-111.
- 35.Лобода Н.С., Пилип'юк В.В. Комплексная оценка влияния техногенного загрязнения на гидроэкологическое состояние рек Псел и Ворскла // Матеріали XII наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. Одеса: ТУС, 2013. 54 с.
- 36.Лобода Н.С., Пилип'юк В.В. Визначення природних водних ресурсів річок Псел та Ворскла на основі моделей “клімат-стік” // Матеріали VI Всеукраїнської наукової конференції з міжнародною участю "Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології". м. Дніпропетровськ: ТОВ «Акцент ПП», 2014 р. С. 180-182.
- 37.Лобода Н.С., Пилип'юк В.В. Оцінка впливу підстильної поверхні на формування річного стоку на базі використання моделі «клімат - стік» // Матеріали міжнародної конференції студентів та молодих вчених «Сучасна гідрометеорологія: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення».; Одеськ. держ. екологічний університет. Одеса: ТЕС, 2014. 114-115 с.
- 38.Лобода Н.С., Пилип'юк В.В. Гидрологические и гидрохимические характеристики рек Псел и Ворскла в разные гидрологические сезоны // Матеріали XIII наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ; Одеськ. держ. екологічний університет. Одеса: ТЕС, 2014. 58 с.
- 39.Лобода Н.С., Пилип'юк В.В. Визначення часу добігання забруднених вод по довжині річки Ворскла на основі взаємкореляційної функції //

- Матеріали XIII наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ; Одеськ. держ. екологічний університет. Одеса: ТЕС, 2014. 60 с.
40. Лобода Н.С., Пилип'юк В.В. Визначення водних ресурсів річок Псел та Ворскла з урахуванням впливу підстильної поверхні на базі моделі «клімат - стік» // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Відповідальний редактор Хільчевський В.К. Київ. ВГЛ "Обрії", 2015. -Т.2(37). С. 48-55.
41. Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. Екологія. Охорона природи: Словник – довідник. Київ. Т-во «Знання», КОО, 2002. 550 с.
42. Национальная программа экологического оздоровления бассейна Днепра и улучшения качества питьевой воды. Утверждена Постановлением Верховной Рады Украины от 27 января 1997 года. 92 с.
43. Осадчий В.І. Основні тенденції формування хімічного складу поверхневих вод України у 1995-1999 рр. // УкрНИГМИ. 2001. Вып.48. С. 138-153.
44. Осадчий В.І., Набиванець Б.Й., Осадча Н.П., Набиванець Ю.Б. Гідрохімічний довідник. Поверхневі води України. Гідрохімічні розрахунки. Методи аналізу. // К.: Ніка – Центр, 2008. 656 с.
45. Пелешенко В.И Оценка взаимосвязи химического состава различных типов природных вод (на примере равнинной части Украины) Київ. Вища школа, 1975. 168 с.
46. Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Загальна гідрохімія. Київ. Либідь, 1997. 384с.
47. Пелешенко В.І., Закревський Д.В. Гідрогеологія з основами інженерної геології. 4.1. Гідрогеологія. Київ. ВПЦ «Київ. ун-т», 2002. 212 с.
48. Пилип'юк В.В., Лобода Н.С. Динаміка хімічного складу р. Псел та оцінка її якості // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Відповідальний редактор Хільчевський В.К. Київ. ВГЛ "Обрії", 2010. Т.4(21). С. 125-134.

- 49.Пилип'юк В.В., ТіронО.Є. Оцінка якості вод річки Ворскла для рибогосподарського використання // Сучасний стан регіональних проблем та шляхи їх вирішення. Матеріали Міжнародної наукової конференції молодих вчених. Одеськ. держ. екологічний університет Одеса: ТЕС, 2014. 259-261 с.
- 50.Пилип'юк В.В., Лобода Н.С. Оцінка самоочисної здатності річок Псел та Ворскла // Матеріали міжнародної наукової конференції студентів і молодих вчених «Сучасна гідрометеорологія сучасні проблеми та шляхи їх вирішення». Одеськ. держ. екологічний університет. Одеса ТЕС, 2014. С.116-117.
- 51.Ресурсы поверхностных вод СССР: Т. 6 Вып. 2 // под. редакцией канд., техн., наук. М.С. Каганера. Л.: Гидрометиздат, 1971. 510 с.
- 52.Ресурсы поверхностных вод СССР. Среднее и Нижнее Поднепровье. Л.: Гидрометеиздат, 1971. т.6. вып.2. 655с.
- 53.Ромась І.М., ХільчевськийВ.К.Мінералізація річкових вод басейну Дніпра при мінімальних витратах різної забезпеченості в літньо-осінню та зимову межені. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2004. Т.6. С. 172-179.
- 54.Ромась М.І., РомасьІ.М., Шевчук І.О. Про зв'язок головних іонів та мінералізації з витратами води у річках басейну Дніпра у межений період // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2006. Т.9. С. 102-113.
- 55.Руденко Ф.А. Гідрогеологія Української РСР. Київ.: Вища школа, 1972. 174 с.
- 56.Савицький В.М., ШевчукІ.О., Пелешенко В.І.Формування і динаміка хімічного складу річкових вод притока Дніпра у зоні лісостепу // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2001. Т.2. С. 504-510.
- 57.СанПін 2.2.4-171-10. *Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПін 2.2.4-171-10)*

- 58.Снежко С.И. Особенности формирования речного стока биогенных элементов бассейна Днепра (в пределах УССР): автореф. дис. канд. геогр. наук: 11.00.07 // Гидрохимический институт. Ростов-на Дону, 1989. 23 с.
- 59.Степаненко С.М. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України Під ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. Одеса: Екологія, 2011. 605 с.
- 60.Хільчевський В.К. Роль агрохімічних засобів у формуванні якості вод басейну Дніпра. – Київ. ВПЦ «Київський університет», 1996. 222 с.
- 61.Хільчевський В.К., МариничВ.В., СавицькийВ.М. Порівняльна оцінка якості річкових вод басейну Дніпра // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2002. Т.4. С. 167-178.
- 62.Хільчевський В.К., Маринич В.В., СавицькийВ.М. Характеристика іонного стоку річок басейну Дніпра // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2003. Т.5. С. 226-240.
- 63.Хільчевський В.К., Ромась М.І., Ромась І.М.та ін. Гідролого-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра. Київ.: Ніка-Центр, 2007. 184 с.
- 64.Хільчевський В.К., ОсадчийВ.І., Курило С.М. Основи гідрохімії. Підручник. Київ. Ніка-Центр, 2012. 312 с.
- 65.Швебс Г.І., Ігошин М.І. Каталог річок і водойм України: Навчально-довідковий посібник. Одеса: Астропринт, 2003. 392 с.
- 66.Шевчук В., Мазуркевич О., Навроцький В.Екологічне оздоровлення Дніпра. Київ. 2001. 267 с.
- 67.Швебс Г.І., Ігошин М.І. Каталог річок і водойм України: Навчально-довідковий посібник. Одеса: Астропринт, 2003. 390 с.
- 68.Юрасов С.М., Кур'янова С.О., Юрасов М.С. Комплексна оцінка якості вод за різними методиками та шляхи її вдосконалення // Український гідрометеорологічний журнал // Відп. ред. С.М. Степаненко. Одеса. ТЕС, 2009 С.42-53.

- 69.Loboda N.S. The assessment of present and future Ukrainian water resources on meteorological evidence // Proceedings of The Second International Conference on Climate and Water. vol.3. Espoo, Finland: Edita Ltd, Hesinki. 1998.
- 70.Loboda N.S, Pilipyuk V.V. Assessment of water quality of the Psel river using hydrochemical indicators in the different seasons of year // Sustainable development. 2014. №16. C. 114 – 117.
- 71.Loboda N.S., Pilipyuk V.V. Hydrochemical composition of Psyol and Vorskla river waters under conditions of antropogenic influence. // European Applied Sciences. 2014. №7. C. 57 – 60.
- 72.Loboda N.S., Pilipyuk V.V. Evaluation of ability for natural purification of the Psyol and Vorskla rivers // International Journal of Research In Earth & Environmental Sciences. 2015. - №1. P. 28 – 32.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Переважаючі класи та категорії класифікації якості вод за критеріями сольового складу

Показники	с. Чернетчина (в межах села)		с. Чернетчина (2 км вище села)		м. Кобеляки (в межах міста)	
	клас	категорія	клас	категорія	клас	категорія
Сума іонів, мг/дм ³	II	2	II	2-3	II	3
Хлоридні іони, мг/дм ³	III	4	III	4	III	4
Сульфатні іони, мг/дм ³	II	3	II	3	III	4

Таблиця А.2 – Переважаючі класи та категорії класифікації якості вод за еколого-санітарними критеріями

Показники	с. Чернетчина (в межах села)		с. Чернетчина (2 км вище села)		м. Кобеляки (в межах міста)	
	клас	категорія	клас	категорія	клас	категорія
Завислі речовини, мг/дм ³	II	3	II	3	II	3
Прозорість, м	IV	6	IV	6	IV	6
pH	I	1	II	2	II	2
Азот амонійний, мгN/дм ³	II	2	II	2	II	2
Азот нітритний, мгN/дм ³	III	5	III	5	III	5
Азот нітратний, мгN/дм ³	I	1	I	1	I	1
Фосфор фосфатний, мгP/дм ³	III	5	III	5	III	5
Розчинений кисень, мгO ₂ /дм ³	I	1	I	1	I	1
Насиченість киснем, %	II	2-3	II	3	II	2
Перманганатна окиснюваність,	III	4	II	3	II	3
Хімічне споживання кисню (БО),	-	-	-	-	-	-
БСК ₅ , мгO ₂ /дм ³	II	2	II	3	II	2

Таблиця А.3 – Переважаючі класи та категорії класифікації якості вод за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії

Показники	с. Чернетчина (в межах села)		с. Чернетчина (2 км вище села)		м. Кобеляки (в межах міста)	
	клас	категорія	клас	категорія	клас	категорія
Залізо загальне, мкг/дм ³	III	4	III	4	III	4
Мідь, мкг/дм ³	III	4	III	4	III	4
Хром, мкг/дм ³	I	1	I	1	II	2
Цинк, мкг/дм ³	III	4	III	4	I	1
Нафтопродукти, мкг/дм ³	II	2	II	2-3	II	2
Феноли, мкг/дм ³	III	5	III	5	III	5
СПАР, мкг/дм ³	IV	6	III	5	IV	6

Таблиця А.4 - Об'єднана оцінка якості природних вод досліджуваних об'єктів за середніми значеннями показників

Водний об'єкт	Клас якості вод	Категорія якості вод	Назва класів якості вод	Назва категорій якості вод	Назва класів якості вод	Назва категорій якості вод за
с. Чернетчина (2 км вище села)	III	4	Добрі	Задовільні	Чисті	Досить чисті
с. Чернетчина (в межах села)	III	4	Добрі	Задовільні	Чисті	Досить чисті
м. Кобеляки (в межах села)	III	4	Добрі	Задовільні	Чисті	Досить чисті

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1– Розрахунок коефіцієнту галинності на р. Ворскла - с. Чернеччина (2 км вище села) за період спостережень 1991-2014 рр.

Роки	Сума іонів	Коеф. гал.	Залізо	Мідь	Хром (загальний)	Цинк	Сума Ме	Коеф. гал.	Q	Коеф. гал.
1991-1994	830,2	1,0	879,4	10,1	0,4	15,1	905,1	1,0	11,9	1,0
1995-1998	703,9	0,8	556,3	7,7	3,9	16,8	584,7	0,6	9,2	0,8
1999-2002	685,2	0,8	204,8	3,0	1,9	18,6	228,3	0,3	12,8	1,1
2003-2006	740,6	0,9	268,7	4,5	1,5	28,5	303,3	0,3	18,6	1,6
2007-2010	744,4	0,9	41,4	3,4	1,4	38,4	84,6	0,1	11,8	1,0
2011-2014	738,4	0,9	0,1	4,4	1,3	33,8	39,7	0,0	11,8	1,0

Таблиця Б.2 – Розрахунок коефіцієнту галинності на р. Ворскла - с. Чернеччина (в межах села) за період спостережень 1991-2014 рр.

Роки	Сума іонів	Коеф. гал.	Залізо	Мідь	Хром (загальний)	Цинк	Сума Ме	Коеф. гал.	Q	Коеф. гал.
1990-1994	851,4	1,0	632,2	11,2	0,4	9,4	653,2	1,0	31,8	1,0
1995-1999	675,8	0,8	380,4	8,2	3,3	17,2	409,1	0,6	37,2	1,2
2000-2004	773,2	0,9	79,5	1,9	2,0	42,1	125,6	0,2	34,2	1,1
2005-2009	789,9	0,9	137,7	5,1	2,1	35,7	180,5	0,3	29,6	0,9
2010-2014	812,7	1,0	0,2	4,5	1,9	36,0	42,6	0,1	29,6	0,9

Таблиця Б.2 – Розрахунок коефіцієнту галинності на р. Ворскла - м. Кобеляки (в межах міста) за період спостережень 1991-2014 рр.

Роки	Сума іонів	Коеф. гал.	Залізо	Мідь	Хром (загальний)	Цинк	Сума Ме	Коеф. гал.	Q	Коеф. гал.
1990-1994	988,0	1,0	852,8	11,3	2,4	10,8	877,4	1,0	12,0	1,0
1995-1999	723,8	0,7	444,0	15,2	3,1	73,3	535,6	0,6	9,8	0,8
2000-2004	784,6	0,8	345,0	8,3	2,1	88,4	443,9	0,5	15,4	1,3
2005-2009	755,3	0,8	139,1	10,2	2,1	68,1	219,5	0,3	14,0	1,2
2010-2014	761,6	0,8	0,2	8,6	2,0	61,4	72,2	0,1	13,7	1,1