

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Природоохоронний факультет

Кафедра гідроекології
та водних досліджень

Кваліфікаційна робота бакалавра

на тему: Визначення антропогенних навантажень та екологічних ризиків в
басейні р. Кодима

Виконав студент групи ЕГ-18
спеціальності 101 «Екологія»
Ромашук Ганна Георгіївна

Керівник: старший викладач
Яров Ярослав Сергійович

Консультант: д-р.геогр.н. проф.
Лобода Наталія Степанівна

Рецензент канд. геогр.н., доц.
Прокоф'єв Олег Мілославович

Одеса 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний

Кафедра гідрології та водних досліджень

Рівень вищої освіти бакалавр

Спеціальність 101-Екологія

Освітньо-професійна програма Екологія, охорона навколишнього
середовища та збалансоване природокористування

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
гідроекології та водних
досліджень
Лобода Н.С.
«02».«03» 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

студенту Ромашук Ганні Георгіївні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Визначення антропогенних навантажень та екологічних ризиків в басейні р. Кодима»

керівник роботи: Яров Ярослав Сергійович, старший викладач

затверджені: наказом закладу вищої освіти від 22.12.2021 року №267-С

2. Строк подання студентом роботи: 14.06.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи:

1) літературні та кадастрові дані по режиму р. Кодима;

2) дані гідрохімічних спостережень стану р. Кодима за багаторічний період в системі державного агентства водних ресурсів України.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

1) природні і господарські умови басейну р. Кодима;

2) загальна антропогенного впливу на режим річки Кодима;

3) огляд гідрохімічних показників об'єкту досліджень;

4) оцінка параметрів якості води та екологічних ризиків.

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

1) карти – схеми природних і господарських умов дослідного району;

2) хронологічні графіки змін якості води.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Розділ 4.1. 4.2</i>	Лобода Н.С., зав. кафедри гідроекології та водних досліджень	02.03.2022 р.	02.03.2022р.

7. Дата видачі завдання: 02.03.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	Збір, обробка даних	02.03-20.03.2022	82	4 (добре)
2.	Аналіз вхідної інформації	9.05 – 10.05.2022	82	4 (добре)
3.	Оцінка якості води і екологічних ризиків	10.05-16.05.2022	82	4 (добре)
4.	Рубіжна атестація	16-20.05.2022	82	4 (добре)
5.	Аналіз отриманих результатів, оформлення роботи за ДСТУ	21.05 – 1.06.2022	82	4 (добре)
6.	Підготовка доповіді та презентації до захисту	2.06 – 10.06.2022	82	4 (добре)
7.	Перевірка на плагіат	11.06.2022	-	-
8.	Рецензування	12.06.2022	-	-
9.	Подання на кафедру.	14.06.2022	-	-
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)	02.03-14.06.2022 р.	82	4 (добре)

Студент:

_____ (підпис)

Ромашук Г.Г.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи:

_____ (підпис)

Яров Я.С.
(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Ромащук Г.Г. Визначення антропогенних навантажень та екологічних ризиків в басейні р. Кодима. Рукопис. Одеський державний екологічний університет. Одеса, 2022.

Актуальність. Річка Кодима розташована в межах Одеської та Миколаївської областей України. Басейн річки в сучасний період перебуває під значним антропогенним тиском, що виражається в погіршенні якості води для різних потреб. Тема дослідження актуальна.

Мета роботи: оцінка якості вод р. Кодима як показника рівня антропогенних навантажень в її басейні та екологічних ризиків за гідрохімічними показниками за даними багаторічних спостережень на постах в системі Державного агентства водних ресурсів України.

Предмет дослідження: гідрохімічні показники, якість вод р. Кодима.

Об'єкт дослідження: басейн річки Кодима.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з 4 розділів: у першому розглядаються природні і антропогенні умови басейну р. Кодима; у другому виконується оцінка гідрохімічних показників і екологічна оцінка якості вод об'єкта досліджень; у третьому зроблена оцінка якості води за гідрохімічними показниками; в четвертому виконана оцінка екологічних ризиків за спеціальною методикою.

Результати дослідження мають науково-навчальне значення, можуть бути використані спеціалістами в галузі моніторингу довкілля.

У роботі використано 10 літературних джерел, з них 2 іноземних джерела.

Ключові слова: р. Кодима, ГДК, екологічний ризик, якість води, гідрохімічні показники.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	6
ВСТУП	8
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ ТА АНТРОПОГЕННИХ УМОВ В БАСЕЙНІ Р. КОДИМА	9
2 ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД РІЧКИ КОДИМА	26
2.1 Аналіз гідрохімічних показників р. Кодима	26
2.2 Опис методики екологічної оцінки якості вод за відповідними категоріями	34
2.3 Аналіз результатів екологічної оцінки якості вод р. Кодима за багаторічний період	35
3 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ Р. КОДИМА ЗА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ	40
3.1 Опис методики оцінки якості води за показником КІЗ	40
3.2 Аналіз отриманих результатів	46
4 ОЦІНКА РИЗИКІВ НЕДОСЯГНЕННЯ ДОБРОГО ЕКОЛОГІЧНОГО СТАТУСУ Р.КОДИМА ЗА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ	49
4.1 Опис методики дослідження	49
4.2 Аналіз отриманих результатів	51
ВИСНОВКИ	53
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	55

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

Д-р.геогр.н., проф. – доктор географічних наук, професор;

р. – річка (або - рік);

КІЗ – комбінаторний індекс забруднення;

ПКІЗВ – питомий комбінаторний індекс забруднення води;

ДСТУ – державний стандарт України;

м. – місто (або – метри);

ГДК – гранично допустима концентрація;

км – кілометр

с. – селище;

рис. – рисунок;

табл. – таблиця;

°С – градуси Цельсію;

мм. – міліметри;

га – гектар;

в т.ч. – в тому числі;

млн.. – мільйон;

м² – метри квадратні;

м³ – метри кубічні;

БСК₅ – біологічне споживання кисню за 5 діб;

ГДС – гранично допустимий скид;

ГТС – гідротехнічні споруди;

г – грам;

г/дм³ – грам на дециметр кубічний;

дм³ – дециметр кубічний;

км² – кілометр квадратний;

ЛОЗ – лімітуючи ознака забруднення;

м абс – метри абсолютної системи висот;

м³/с – метри кубічні за секунду;

м/с – метри за секунду;

мг/дм³ – міліграм на дециметр кубічний;

мг-екв/дм³ – міліграм еквівалента на дециметр кубічний;

ОДЕКУ – Одеський державний екологічний університет;

ПЗС – прибережна захисна смуга;

с – секунда;

СЕС – санітарно епідеміологічна служба;

см – сантиметри;

СПАР – синтетичні поверхнево активні речовини;

ХСК – хімічне споживання кисню;

ДАВРУ – Державне агентство водних ресурсів України;

ЄС – Європейський союз;

ЛОЗ – лімітуючи ознака забрудненості;

ВСТУП

Актуальність. Річка Кодима розташована в межах Одеської та Миколаївської областей України. Басейн річки в сучасний період перебуває під значним антропогенним тиском, що виражається в погіршенні якості води для різних потреб. Тема дослідження актуальна.

Мета роботи: оцінка якості вод р. Кодима як показника рівня антропогенних навантажень в її басейні та екологічних ризиків за гідрохімічними показниками за даними багаторічних спостережень на постах в системі Державного агентства водних ресурсів України.

Для дослідження було взято пост р. Кодима – м.Балта, 103 км, від гирла, сільськогосподарський водозабір, використано дані за 2008 – 2018 рр. по 12 інгредієнтам: біохімічне споживання кисню за 5 діб, завислі речовини, розчинений кисень, сульфати, хлориди, азот амонійний, нітратний, нітритний, фосфати, СПАР, перманганатна окиснюваність, хімічне споживання кисню, за допомогою яких виконуються оцінка якості води та екологічних ризиків різними методами.

Результати дослідження мають науково-навчальне та виробниче значення і можуть бути використані спеціалістами в галузі моніторингу довкілля.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ ТА АНТРОПОГЕННИХ УМОВ В БАСЕЙНІ Р. КОДИМА

Річка Кодима [1] бере початок з джерел на висоті 265-270 м над рівнем моря, розташованих в сильно заболоченій балці біля с. Будеї Балтського району Одеської області, впадає в р. Південний Буг справа на 201-му км від гирла, у південно-західній околиці м Первомайськ на висоті 65 м над рівнем моря (рис 1.1).



Рис. 1.1 – Схема басейну річки Кодима [2]

Протікає в межах Кодимського, Балтського і Любашівського районів (Одеська область) та Кривоозерського і Первомайського районів (Миколаївська область). Назва річки походить від удмуртського «код» (річка, що протікає крізь болото), або від монгольського «кадин» (жінка, цариця). Колись була судноплавною. На річці розташовані смт.Криве Озеро, міста Первомайськ, Балта, Кодима [3].

Довжина річки 149 км, площа водозбору 2470 км², загальне падіння 100 м, середній ухил 0,7 ‰, середній зважений 0,7 ‰, коефіцієнт звивистості 1,29 (рис. 1.2).

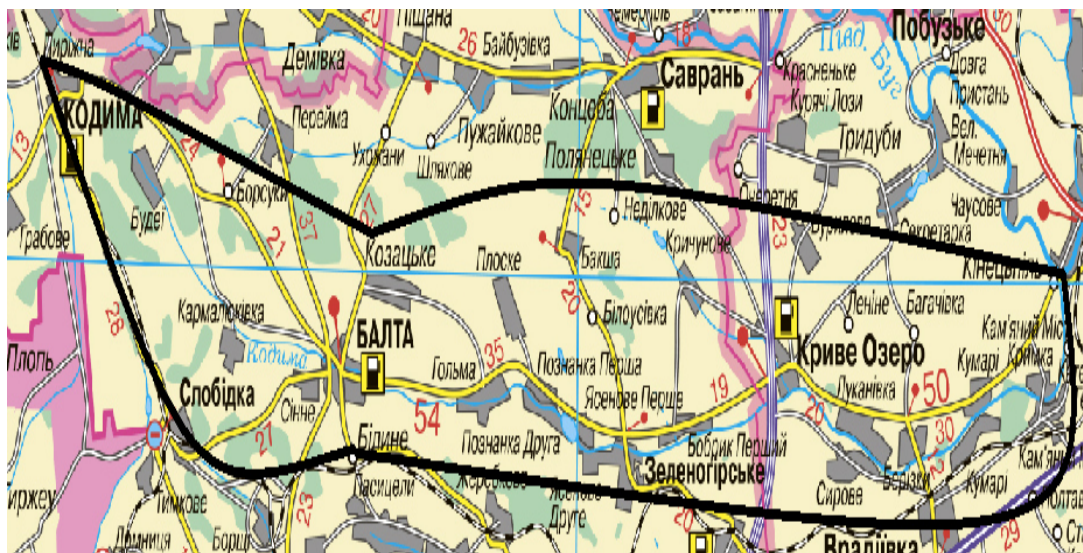


Рис. 1.2 – Адміністративна карта басейну р. Кодима

Основні притоки: праві - річка без назви (довжина 18 км), річка без назви (довжина 25 км); ліві - річка без назви (довжина 15 км), річка без назви (довжина 24 км), річка без назви (довжина 17 км), річка без назви (довжина 14 км), р. Крічуновській Яр (довжина 30 км), р. Гедзілов (довжина 29 км), річка без назви (довжина 16 км) [1].

Водозбір розташований на відрогах Волино-Подільської височини, асиметричний. Довжина його 126 км, середня ширина 20 км, коефіцієнт ширини 0,15. Довжина вододільної лінії 325 км, коефіцієнт її розвитку 1,84 (рис. 1.3).

Рельєф водозбору слабо хвилястий, у верхній і середній частині сильно розсічений яружною мережею, в нижній частині густота яружної мережі значно менше. Верхня і середня частини басейну складені піщано-глинистими відкладеннями, нижня докембрійськими кристалічними породами, головним чином гранітами і гнейсами, в пригірловій частині

безпосередньо виходять на поверхню. Поверхневий покрив складається з четвертинних льосів, льосоподібних суглинків і глин.

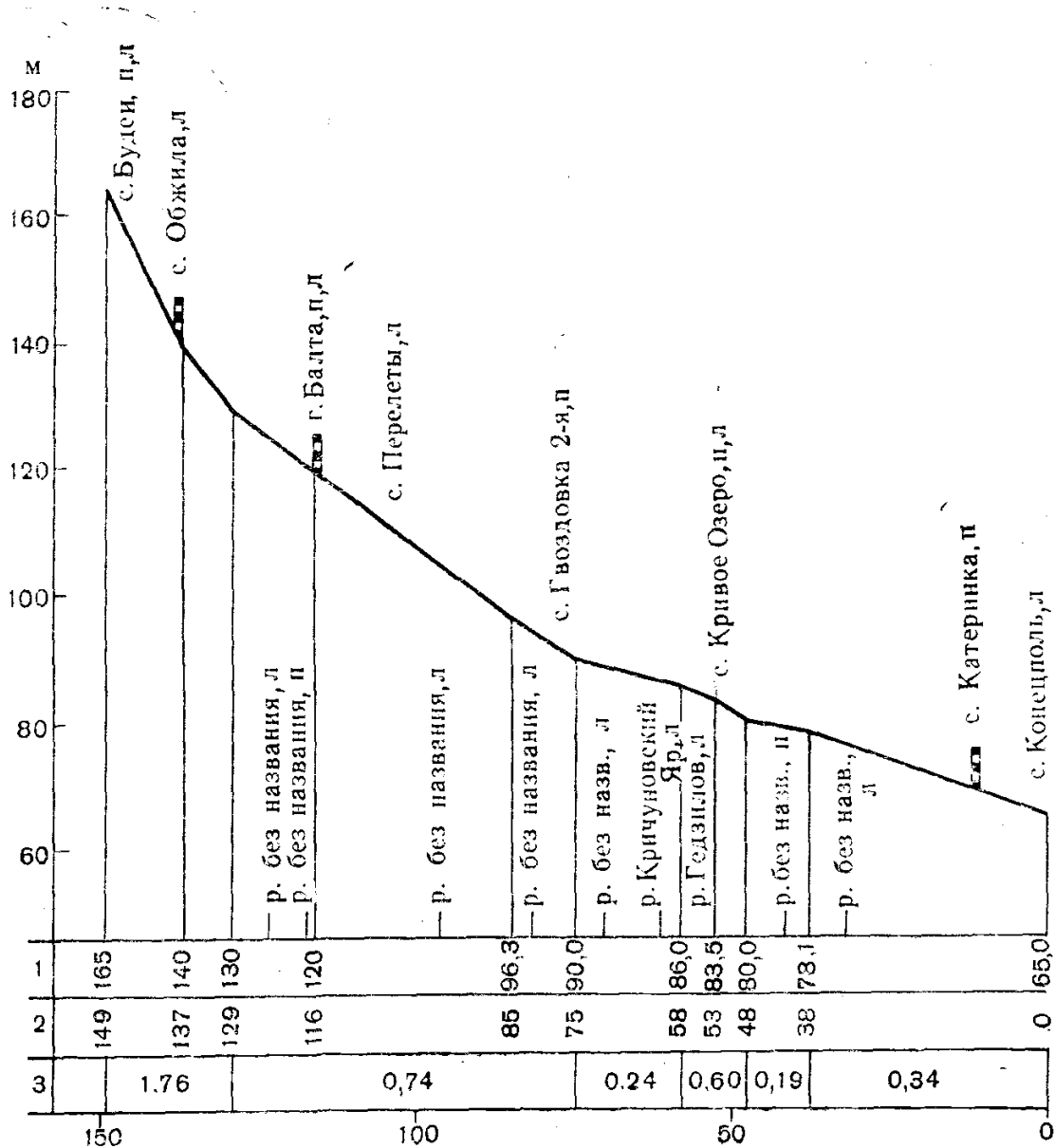


Рис. 1.3 - Схематичний поздовжній профіль р. Кодима [1]

Грунти пилувато-важкосуглинисті, ґрунти - чорноземні.

Водозбір розташований в зоні лісостепу. Велика частина степів (75%) в даний час розорана і зайнята посівами сільськогосподарських культур. Ліси займають 11% площі водозбору, заболоченість і озерність досить незначні, менше 1%.

Долина у верхній течії річки переважно V-подібна, в середній і нижній - трапецієподібна, і тільки в самому пониззі, де річка прорізає кристалічні породи, вона знову набуває V-подібну форму. Здебільшого долина слабо звивиста, в нижній течії має ряд озероподібних розширень. Переважна ширина її 1,5-2,5 км, найбільша 5,5 км (в 0,4 км вище с. Кам'яний Міст), найменша 0,7 км (с. Забари) (рис. 1.4-1.5).

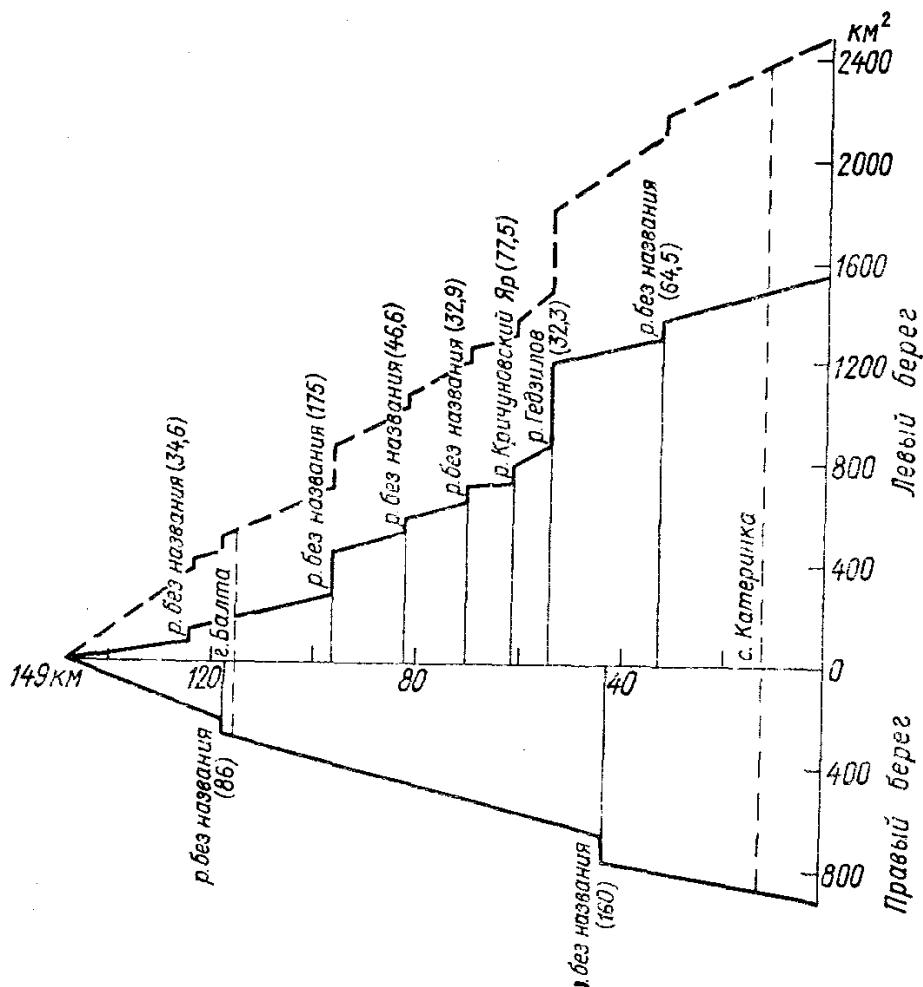


Рис. 1.4 - Графік наростання площі басейну р. Кодими [1].

Правий схил здебільшого крутий (20 - 45 °), висотою 60-100 м, в верхів'ях увігнутий, на решті опуклий, сильно розсічений, задернований, місцями покритий чагарником. У багатьох місцях в середній і нижній течії річки проглядається перша надзаплавна тераса шириною 0,5-2 км, з пологим уступом висотою 2,5-5 м. Поверхня її майже рівна, з окремими

піщаними буграми, подекуди пересічена неглибокими балками, зайнята населеними пунктами, садами і городами. Складена вона суглинками і супісками, в пониззі річки піщана, вкрита луговими травами і чагарником.

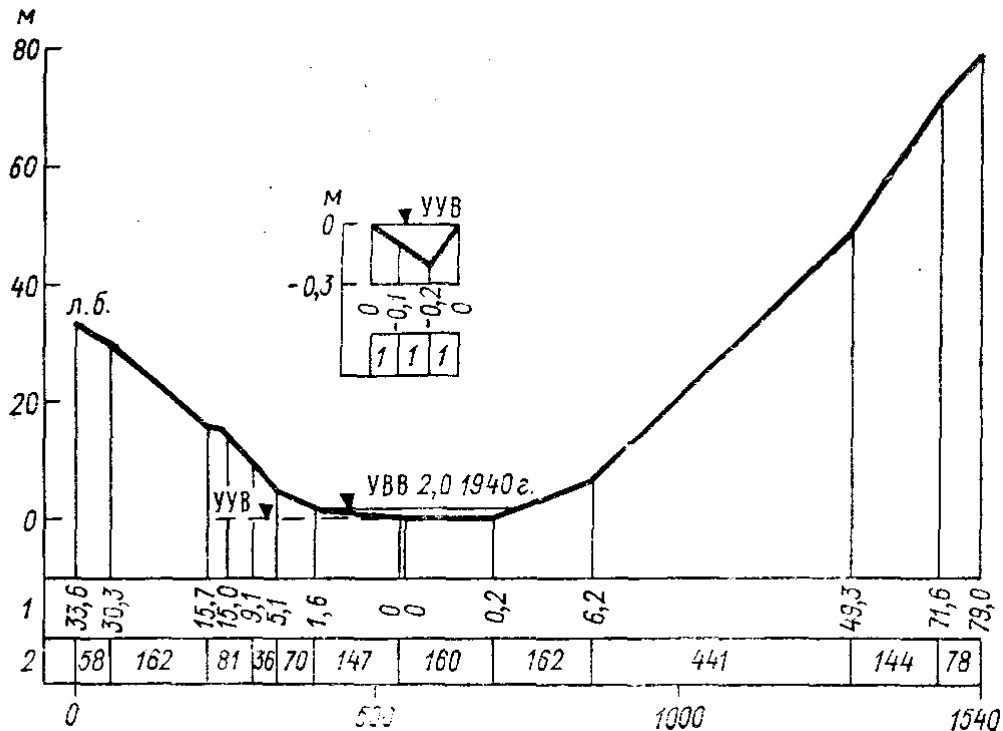


Рис. 1.5 - Схематичний поперечний профіль долини р. Кодими у с. Мирони [1].

Лівий схил найчастіше пологий і дуже пологий, висотою 5-35 м, не має чітко висловленої бровки; схил слабо розсічений, розораний і зайнятий посівами сільськогосподарських культур. Місцями в верхній і середній течії річки на схилі простежується перша надзаплавна тераса шириною 180-800 м.

Складені схили пилувато-важко суглинистими ґрунтами, в пониззі оголюються гірські кристалічні породи, головним чином граніти. У селищ Кам'яний Міст і Забари ведеться їх розробка.

Заплава двостороння, здебільшого заболочена. Переважна ширина її змінюється по довжині річки від 0,2 до 0,6 км, найбільша 2 км (в 0,4 км

вище с. Кам'яний Міст), найменша 60 м (с. Забари). Поверхня її переважно рівна, в нижній течії річки грудкувата, місцями пересічена старицями і озерами. Рослинність представлена болотними і луговими травами, зрідка зустрічаються зарості чагарників і окремі групи дерев.

Складена заплава супіщаними, місцями торф'янистими ґрунтами, використовується під сінокіс і пасовища. Внаслідок заболочування заплава важко прохідна, в період весняного водопілля та літніх дощових паводків затоплюється на глибину 0,5-2 м на 1-3 тижні [1].

Русло в верхній течії річки слабо звивисте, в нижній - помірно звивисте. У середній течії річки є всього два острови невеликих розмірів, а в нижньому-ряд староріч і рукавів. Русло здебільшого являє собою чергування перекатів і плес, в нижній течії плеса роз'єднані. У селищ Будеї і Антонівка є пороги.

У верхній і середній течії річка має ряд озероподібних розширень, створених здебільшого насипами, що перетинають заплаву і річку. Довжина озероподібних розширень 1-4 км, переважна ширина 50-200 м, глибина близько 0,8-4 м, найбільша 5,3 м (с. Гвоздівка 1-я). Заростають вони майже повсюдно водоростями і очеретом, течія в них не виражена.

Переважна ширина річки на перекатах 2-8 м, глибина 0,1-0,4 м; в середній і нижній течії річка пересихає. На плесових ділянках ширина річки 15-30 м, глибина близько 0,5-0,8 м, найбільша ширина 60 м, найбільша глибина 3 м (с. Кримка). На мілководдях річка суцільно заростає очеретом, водоростями, на плесах - тільки біля берегів.

Дно рівне, на плесах мулисто-глинисте, в'язке, на перекатах тверде, піщане, на пригирловій ділянці кам'янисте.

Береги низькі (0,1-0,6 м), у верхній течії річки переважно круті і обривисті, в середній і нижній - здебільшого пологі, на пригирловій ділянці обривисті, найчастіше задерновані, подекуди вкриті рідким

чагарником, у верхів'ї очеретом . Складені вони суглинними ґрунтами, на пригирловій ділянці кам'янисті.

Режим річки в період з жовтня 1929 по липень 1941 р вивчався на водпосту у м Балта. В даний час вивчається на водпостах у селищ Обжила (з 8.12.1945 р) і Катеринка (з 19.12.1930 р).

Річний хід рівня характеризується ясно вираженим весняною повінню, низькою літня межень, майже щорічно порушується дощовими паводками, незначними підйомами води восени в зв'язку з випаданням опадів і порівняно високими і малостійкими рівнями взимку внаслідок відлиг.

Підйом рівня навесні починається в лютому або на початку березня, відбувається він досить інтенсивно (в середньому 0,5 м/доба), і зазвичай в першій або другій декаді березня проходить пік весняного водопілля. Середня тривалість водопілля 57 днів (с. Обжила), у с. Катеринка 65 днів.

Висота найвищого рівня весняного водопілля над УРВ змінюється по довжині річки від 0,8-2,5 м при звичайному до 1,5-4 м при виключно високому водопіллі (1940 г.). Весняне водопілля проходить найчастіше одним піком, тривалість стояння якого не перевищує 12-24 години.

Найнижчі рівні спостерігаються в серпні-вересні. У маловодні роки річка на перекатах пересихає з липня до жовтня; середня тривалість пересихання 68 днів, найбільша 113 днів (с. Катеринка, 1951 рік). Майже щороку в результаті випадання опадів проходять дощові паводки висотою 0,5-1 м [1].

Зимові рівні трохи вище літніх, найнижчі зимові рівні відзначаються найчастіше в кінці грудня або в січні.

Під час весняної повені підпір від р. Південний Буг поширюється до с. Кам'яний Міст, у виключно багатоводні роки - до с. Катеринка.

Розподіл стоку всередині року нерівномірний. Навесні (II-IV) проходить близько 80%, влітку і восени (V-XI) - близько 15% і взимку (XII-I) - 5% річного стоку [1].

Середня річна витрата води за період спостережень (1946-1970 рр.) у с. Обжила становить $0,14 \text{ м}^3/\text{с}$, найбільша $12 \text{ м}^3/\text{с}$ (11.04.1963 р.). У с. Катеринка за період спостережень (1931 - 1970 рр.) середня річна витрата дорівнює $1,45 \text{ м}^3/\text{с}$, найбільша $307 \text{ м}^3/\text{с}$ (29.03.1940 р.); найменша витрата ($0,001 \text{ м}^3/\text{с}$) зафіксована 13-21.09.1967 р. В окремі періоди стоку не було.

Замерзання річки зазвичай відбувається в першій половині грудня, в окремі роки - в листопаді; найпізніше замерзання відзначено в лютому (1948 р.). Льодостав нестійкий, в теплі зими, при відлизі, нерідко відбуваються тимчасові розкриття і очищення річки від льоду. Середня товщина льоду $0,1-0,3 \text{ м}$, найбільша $0,7 \text{ м}$ (1969 р.). У найбільш суворі зими річка на мілководних ділянках перемерзає до дна. Середня тривалість льодоставу - 2-2,5 місяці.

Розкривається річка частіше всього в першій половині березня, в окремі роки в кінці лютого. Найпізніше розкриття відзначено на початку квітня (1932, 1952, 1969 рр.). Весняний льодохід спостерігається майже щорічно тільки в нижній течії річки, в верхній і середній течії лід здебільшого тане на місці. Тривалість періоду льодоходу 3-7 днів. У мостів часто відбуваються затори льоду. У другій половині березня річка повністю очищається від льоду.

Вода відноситься до гідрокарбонатного класу, групи кальцію. Твердість помірна, переходить в межінний період в високу. Мінералізація підвищена. Під час водопілля мінералізація змінюється в межах $244 - 561 \text{ мг}/\text{дм}^3$, а твердість $3,21-5,02 \text{ мг-екв}/\text{дм}^3$. Найбільших значень мінералізація і твердість досягають в меженний період ($755-973 \text{ мг}/\text{дм}^3$, $6,64-11,4 \text{ мг-екв}/\text{дм}^3$). Вода безбарвна, трохи каламутна, з болотним запахом, придатна

для пиття. Використовується річка для водопостачання залізничного транспорту, поливу городів та інших господарсько-побутових потреб [1].

Як вже зазначалось, адміністративно басейн річки Кодима розташований на території Одеської та Миколаївської областей України (рис. 1.6).



Рис. 1.6 – Адміністративне розташування річки Кодима у Одеській та Миколаївській областях України [2].

Щодо кліматичних умов в басейні р. Кодима можна зазначити наступне. За даними рис. 1.7 [2] в холодний період року середня температура повітря в січні складає від -4 до -6 °С, середня кількість опадів за листопад-березень складає близько 200 мм. В теплий період року середня температура повітря в липні складає від 19 до 21 °С, середня кількість опадів за квітень-жовтень складає 350 мм.

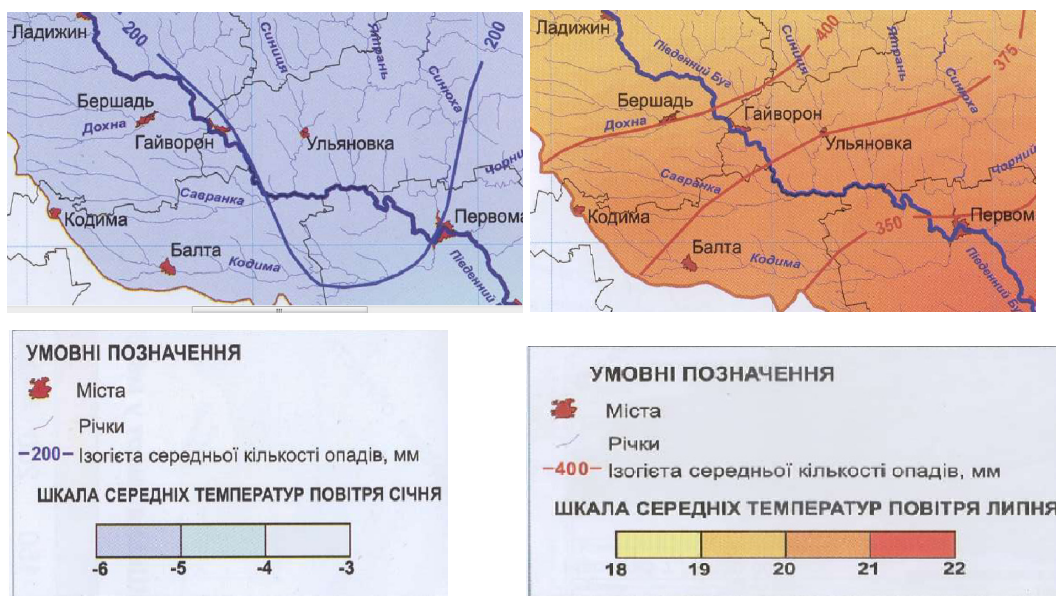


Рис 1.7 – Фрагмент аркушу карти «Клімат у холодний і теплий період» з нанесеним розташуванням басейну р. Кодима [2].



Рис. 1.8 – р. Кодима в Любашівському районі Одеської області [3]

Згідно геоботанічного районування (рис. 1.9) басейн р. Кодима знаходиться майже повністю в межах лісостепової недостатньо зволоженої теплої зони. Лісова рослинність присутня фрагментарно, головним чином у верхній частині басейну річки.

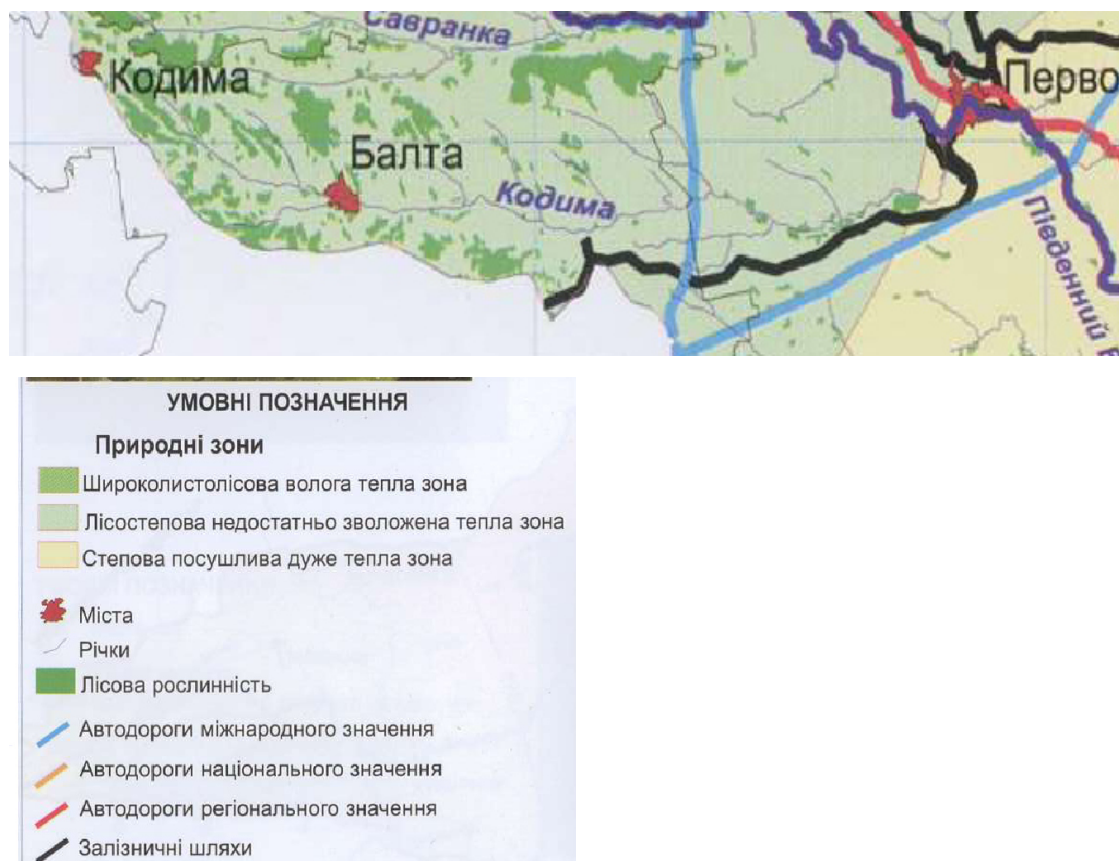


Рис 1.9 – Фрагмент аркушу карти «Рослинність і транспортна мережа» з нанесеним розташуванням басейну р. Кодима [2].

Річка Кодима та її басейн в сучасний період є недостатньо вивченими в науковій та довідниковій літературі. Основні відомості про антропогенний тиск в басейні річки можна отримати за матеріалами [2].

Так, на рис. 1.9 можна побачити, що в басейні р. Кодима розташований 1 промисловий водозабір, а також в басейні річки нема офіційно облікованих скидів стічних вод.



Рис 1.9 – Фрагмент аркушу карти «Водозабори і скиди стічних і зворотних вод» з нанесеною р. Кодима [2].

На рис. 1.10 можна побачити, що в басейні річки Кодима важливим фактором впливу на екологічний стан річки є значна урбанізованість – дуже багато населених пунктів, а головне русло – фактично один безперервний населений пункт, що не може позитивно розцінюватись з погляду впливу на якість води річки.

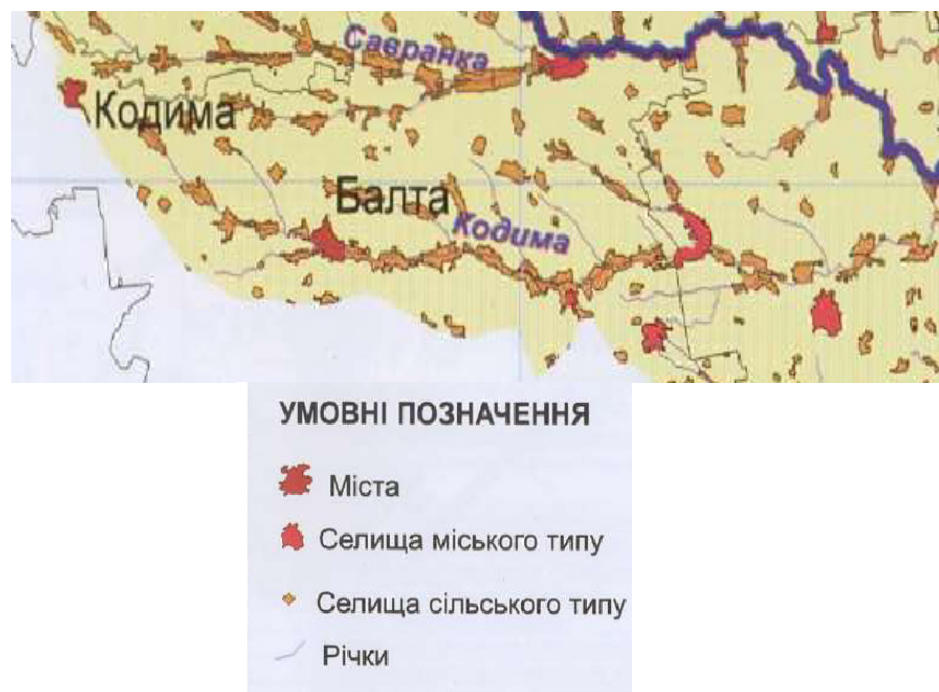


Рис. 1.10 – Фрагмент аркушу карти «Урбанізовані території» з нанесеним розташуванням басейну р. Кодима [2].

Згідно рис. 1.11 в басейні р. Кодима існує 9 об'єктів природно-заповідного фонду: 1 парк пам'ятка садово паркового мистецтва місцевого значення, 1 заповідне урочище, 2 ландшафтних заказника, 2 ботанічні пам'ятки природи місцевого значення.



Рис. 1.11 – Фрагмент аркушу карти «Природно-заповідний фонд» з нанесеним розташуванням басейну р. Кодима [2].

Значна частина басейну р. Кодима використовується для потреб сільського господарства, в різних адміністративних районах (рис. 1.12) в структурі сільськогосподарських угідь від 76 до 92% площ займає рілля, від 9 до 17 % площ займають пасовища і від 0 до 7% - сіножаті.

Аналіз статистичної звітної літератури з екологічного стану Одеської та Миколаївської областей [4] показав, що інформації по річці Кодима

мало, вона розпорошена по окремих рокам нерівномірно, головним чином в звітах по Одеській області.



Рис. 1.12 – Фрагмент карти «Сільськогосподарські угіддя» з нанесеним розташуванням р. Кодима [2]

Велике занепокоєння викликає стан малих річок, режим яких визначається місцевими фізико-географічними умовами. Усі річки маловодні, більшість з них улітку пересихають. Русла малих річок замулились, заросли жорсткою рослинністю та втратили дренажну здатність. Спрямлення річища річки, розорювання земель до урізу води, знищення лісів і заплавних лугов, неправильне застосування та використання мінеральних добрив, отрутохімікатів привели до знищення джерел життя малих річок, надмірне антропогенне навантаження на басейн малих річок призводить до їх деградації.

Великою проблемою, з точки зору погіршення якості води у р. Кодима, є скидання забруднених стічних вод. При тому, що стан офіційної облікованості обсягів скидання стічних вод та власне кількість самих джерел забруднення для річки Кодима в літературі взагалі не висвітлені. Актуальною залишається проблема екологічного стану водноресурсного

потенціалу річки. Велику шкоду наносять скиди неочищених і недостатньо очищених стічних вод промислових і сільськогосподарських підприємств, розміщення в прибережних смугах та водоохоронних зонах річки і водойм тваринницьких ферм без виконання охоронних заходів, сміттєзвалищ.



Рис. 1.12 – Річка Кодима в Одеській області

В межах Одеської і Миколаївської областей р. Кодима має 33 населених пунктів, в руслі створено 13 водосховищ, річку перетинає 1 нафтопровід і 11 газопроводів. По посту р. Кодима – с. Катеринка є відомості, що у басейні річки вище поста проводиться забір води на промислове водопостачання і зрошування. Вище створу поста в басейні річки є 31 ставок, сумарна площа яких становить 151 га, сумарний обсяг - 2.64 млн.куб.м.

В м. Балта основні підприємства – хлібозавод ВАТ «Агрофирма Хлебная нива», ВАТ «Балтська швейна фабрика», ДП «Балтське лісове господарство».

Через фінансові труднощі не здійснюється або здійснюється частково будівництво та реконструкція каналізаційних мереж і очисних споруд в населених пунктах, зокрема в Кодимі, Балті. Проблема забруднення водних ресурсів під впливом скиду неочищених та недостатньо очищених стічних вод стоїть гостро. Стічні води м. Кодими, Балти поступають для очищення на відомчі каналізаційні очисні споруди. Стоки міста Кодима поступають на очистку на очисні споруди і каналізаційні мережі місцевого консервного заводу, які занедбані.

Надходження у водні об'єкти значної кількості забруднюючих речовин, скидання міських та промислових стічних вод, зливових стоків із забудованих територій, промислових майданчиків та сільськогосподарських угідь, пошкодження на водопровідних та каналізаційних мережах значно погіршують екологічний стан джерел водопостачання і зон водокористування. Забруднення водойм усіх категорій залишається високим, погіршуються мікробіологічні показники води.

В 2006 році проведено часткову реконструкцію каналізаційних мереж м. Балта (прокладено другу гілку каналізаційного колектора). В перспективі планувалось будівництво ОС повної біологічної очистки на аеротенках потужністю 2000 м³/добу. По м. Кодима планувалось провести в 2008 р. реконструкцію станції біологічної та глибокої очистки стічних вод потужністю 400 м³/добу. Але у зв'язку з недофінансуванням, вказані проекти не реалізовані остаточно. Саме тому в даний час різко зросла кількість стічних вод, які скидаються в річку Кодима без повної очистки (табл. 1.1). Протягом багатьох років річка Кодима забруднювалась скидами недостатньо очищених стічних вод Балтського молочно-консервного комбінату (нині не працює, очисні – також), скидами тваринницьких ферм, значним зливом з водозбірної площі забруднень сільськогосподарського та промислового виробництва.

Таблиця 1.1 – Забір і використання води в басейні р. Кодима, млн. м³ на рік (в межах Одеської області)

Роки	Забрано води			Використано води				Водовідведення у поверхневі водні об'єкти	
	з поверхневих джерел	з підземних джерел	Всього	Промисловість	Сільське господарство	Комунагосп	Всього	всього	з них забруднених зворотних вод
1999	0,968	1,81	2,778	1,145	0,987	0,581	2,713	0,093	-
2000	0,617	1,486	2,103	0,789	0,91	-	1,699	0,094	0,001
2001	0,941	1,527	2,468	1,175	0,338	0,897	2,41	0,094	-
2002	0,903	1,677	2,58	1,361	0,512	-	1,873	0,094	-
2003	1,289	1,679	2,968	1,776	0,243	-	2,019	0,099	0,005
2004	1,254	1,531	2,784	1,75	0,152	0,824	2,726	0,094	-
2005	0,601	1,42	2,021	1,1	0,101	0,788	1,989	0,094	-
2006	0,721	1,527	2,248	1,258	0,093	0,803	2,154	0,094	-
2007	0,269	1,438	1,707	0,784	0,072	0,817	1,673	1,071	0,001
2010	-	-	1,268	-	-	-	1,218	0,001	-
2011	-	-	1,017	-	-	-	0,995	0,001	-
2012	-	-	1,245	-	-	-	1,202	0,001	0,001
2013	-	-	0,661	-	-	-	0,63	0,001	0,001
2014	-	-	0,639	-	-	-	0,618	0,001	0,001
2015	-	-	0,635	-	-	-	0,600	0,252	0,155
2016	-	-	-	-	-	-	-	0,158	0,158
2017	-	-	0,655	-	-	-	0,632	0,238	0,151

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД РІЧКИ КОДИМА

2.1 Аналіз гідрохімічних показників р. Кодима

По посту ДАВРУ р. Кодима – м.Балта, 103 км, сільськогосподарський водозабір моніторинг якості води здійснює лабораторія моніторингу вод та ґрунтів Басейнового управління річок Північно-Західного Причорномор'я, дані розміщено на інтернет ресурсі Державного агентства водних ресурсів України (ДАВРУ) за посиланням: <http://watermon.iisd.com.ua/EcoWaterMon/MapEcoWaterMon/Index>.

За 2008 – 2018 рр. на посту моніторингу було відібрано та опрацьовано 44 проби води. В публічному доступі розміщено результати аналізів – концентрації 12 гідрохімічних показників – біохімічного поживання кисню за 5 діб, завислих речовин, розчиненого кисню, сульфатів, хлоридів, азоту амонійного, нітратного, нітритного, фосфатів, СПАР аніоногенних, перманганатної окиснюваності, хімічного споживання кисню.

Фізико-географічні умови басейну річки Кодима не є однорідними, тому хімічний склад води вздовж річки змінюється, відчуючи сезонні зміни, посилені антропогенним впливом. Основним фактором формування гідрохімічного складу води є водний стік, передусім його внутрішньорічний розподіл.

Для характеристики гідрохімічного режиму р. Кодима використані дані ДАВРУ за 2008– 2018 рр. (таблиця 2.1).

Гідрохімічна будова поверхневих змінюється у часі і просторі, залежно від переваги у руслі водного стоку різного генетичного походження (поверхнево-схиловий, ґрунтово-поверхневий, підземний).

Головними іонами у сольовому складі води річки Кодима виступають сульфат-іони, гідрокарбонат-іони, хлорид-іони, іони кальцію, магнію, натрію, калію, надходження яких у воду пов'язано, в основному, з процесами розчинення солей, котрі утворюють гірські породи, ґрунти, та з процесами іонного обміну, тощо.

Таблиця 2.1 – Межі коливань концентрацій гідрохімічних показників р. Кодима – м. Балта, 103 км від гирла (2008-2018 рр., дані ДАВРУ), мг/дм³

Вміст	БСК ₅	ЗР	O ₂	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NH ₄	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	P _{min}	СПАР	ПО	ХСК
Макс.	40	209	12,1	596	1015	10,5	66,9	88	1,34	1,37	78	113
Мін.	0	0	0,1	1,92	0	0	0	0	0	0,008	0	1,42
Сер.	4,39	47,3	5,70	115	570	0,74	11,2	4,42	0,29	0,28	24,3	24,2

Гідрокарбонат-іони виступають як домінуючий аніон в хімічному складі води і часто зумовлюють їх клас. Вони у великій кількості присутні у воді більшості річок, бо поверхневі води формуються і контактують переважно з верхніми, добре промитими шарами ґрунтів і гірських порід, а тому бідних на легкорозчинні хлорид-іони та сульфат-іони. Тому іонний склад цих вод пов'язаний з поширеними малорозчинними карбонатними породами (вапняки, доломіти) які переважають серед осадових порід.

Сульфат-іони широко присутні практично у всіх природних водах і, зазвичай, посідають друге місце по вмісту після гідрокарбонат-іонів. Ці іони потрапляють у воду переважно внаслідок хімічного вивітрювання осадових порід, при окисненні сульфідів, розчиненні мінералів з високим вмістом сірки (наприклад, гіпсу). Також сульфат-іони можуть мати антропогенне походження (утворюються при розкладанні промислових, господарсько-побутових стічних вод). Режим сульфат-іонів в основному визначається особливостями окисно-відновних процесів, біологічною

ситуацією у водному об'єкті, господарською діяльністю людини. За даними спостережень ДАВРУ, вміст сульфат-іонів на посту р. Кодима –м. Балта, 103 км від гирла змінювався в межах 1,92 – 596 мг/дм³.

Хлорид-іони мають високу здатність до міграції через їх добру розчинність, слабку здатність до сорбції на завислих частках та до споживання гідробіонтами (водними організмами). У природні води хлорид-іони надходять при розчиненні хлорвмісних гірських порід та соленосних відкладів. Також відчутна роль промислових і господарсько-побутових стічних вод у збільшенні вмісту хлорид-іонів. Хлориди містяться у водах р.Кодима у концентраціях від 0 до 570 мг/дм³.

Іон кальцію зазвичай виступає домінуючим катіоном для мало мінералізованих вод. Основним джерелом надходження кальцію у поверхневі води виступають процеси хімічного вивітрювання, розчинення гірських порід (вапняків, доломітів, гіпсу тощо). Значні кількості кальцію також потрапляють у водні об'єкти зі стічними водами (силікатні, металургійні, скловарні, хімічні підприємства, сільськогосподарські масиви).

Іони магнію поступають у поверхневі води в процесі хімічного вивітрювання та розчинення гірських порід (доломіти, мергелі) та зі стічними водами (металургійних, силікатних, текстильних та інших підприємств).

Іони натрію та калію надходять у поверхневі води з вивержених і осадових порід, з господарсько-побутовими і промисловими стічними водами, із зрошувальними водами з сільськогосподарських угідь.

Мінералізація води (сумарний вміст всіх виявлених під час хімічного аналізу води головний іонів) – вміст мінералізації у поверхневих вод має сезонний характер відповідно до зміни протягом року ролі різних видів живлення у фазах водного режиму, тому під час водопілля і паводків мінералізація є мінімальною, а у межінь - досягає максимумних значень.

Водневий показник середовища (рН) зумовлений наявністю вільних іонів водню, має виражений сезонний і добовий характер динаміки, формується під впливом гідробіологічних процесів, досить стабільний показник. Різка зміна рН води свідчить про забруднення води кислими або лужними стічними водами промислових підприємств. В природних водах цей показник визначається відношенням концентрацій вільного діоксиду вуглецю та гідрокарбонатних іонів, також на нього впливає високий вміст гумусових речовин, основних карбонатів та гідроксидів металів, які утворюються внаслідок поглинання CO_2 при фотосинтезі, а також наявність у воді солей, що гідролізуються. Також, в забруднених поверхневих водах можуть міститися сильні кислоти або основи, які впливають на кислотність води. Концентрація іонів водню має велике значення для хімічних та біологічних процесів, які протікають у природних водах. Від рН залежить розвиток і життєдіяльність макрофітів, стійкість різних форм міграції елементів.

Вода річки Кодима – 103 км від гирла, м.Балта за даними ДАВРУ має підвищений вміст зважених часток (від 0 до 209 мг/дм³) внаслідок великого сільськогосподарського освоєння басейну, високого ступеня розораності, недостатнього показника лісистості і погіршення самоочисної здатності річки внаслідок загального погіршення її стану.

Вміст у воді р.Кодима великої кількості органічних, гумусових сполук (особливо в періоди зростання водності) визначає високі показники динаміки кольоровості води.

Розчинений кисень - найважливіший фізико-хімічний показник. Кисень є природним окиснювачем, який визначає якість води, можливість підтримки онтогенезу гідробіонтів. Кисень споживається під час дихання гідро біонтів, окиснення органічних речовин.

Низький вміст розчиненого кисню негативно впливає біохімічні та екологічні процеси у водній екосистемі. У поверхневих водах вміст кисню

динамічно змінюється і має сезонні і добові коливання. Дефіцит кисню зазвичай має місце у водних об'єктах з високими концентраціями забруднювальних органічних речовин, в евтрофних водоймах з надлишком біогенних й гумусних речовин. За даними спостережень ДАВРУ, вміст розчиненого кисню у воді р.Кодима становив від 0,1 до 12,1 мгО/дм³.

Хімічне споживання кисню ХСК виступає індикативним показником забруднення води, за даними спостережень ДАВРУ у воді р.Кодима цей показник змінювався від 1,42 до 113 мг/дм³. Вміст органічних речовин у воді за показником перманганатної окиснюваності ПО є значним і складав від 0 до 78 мгО/дм³.

Біохімічне споживання кисню за п'ять діб (БСК₅) - це кількість кисню, що споживається за певний час при біохімічному окисненні наявних у воді органічних та інших забруднювальних речовин в аеробних умовах. Тобто, БСК дає інформацію про кількість органічної речовини у воді. Величина БСК₅ (біохімічне споживання кисню протягом 5 діб) – найбільш поширена. Значення БСК₅ використовується при оцінках ступеня забрудненості водного об'єкта через надлишок вмісту органічних речовин, які легко окислюються. Даний показник змінювався у воді річки Кодима від 0 до 40 мгО/дм³.

Біогенні речовини є важливими показниками якості води та стану водної екосистеми; вони визначають рівень розвитку гідробіонтів, трофність водойм, ступінь їх забруднення.

До біогенних речовин у природних водах відносять сполуки азоту, фосфору, залізо, кремній. Азот і фосфор беруть участь у життєдіяльності гідробіонтів.

Найбільш важливі в цьому відношенні - сполуки фосфорної та азотної кислот, від наявності яких в окремі періоди року залежить інтенсивність розвитку органічного життя у водному об'єкті. Біогенні речовини виступають каталізаторами процесів антропогенного

евтрофування поверхневих вод, значна концентрація цих речовин у воді може бути небезпечною.

Основні шляхи надходження біогенів у річкові води - житлово-комунальне господарство, промисловість, сільське господарство, тваринництво, землеробство, а також атмосферні опади, внутрішні процеси у водному об'єкті.

Сполуки азоту у природних водах зустрічаються в основному у вигляді розчинених у воді нітратів, нітритів та амонійних солей. Незначною мірою у воді присутні органічні сполуки азоту (результат розпаду білкових речовин). Основним джерелом потрапляння сполук азоту у річкових водах є процеси білкового розпаду (у водоймах, в навколишніх ґрунтах). Вміст сполук азоту є одним із показників ступеня евтрофії водойм.

Амонійні іони потрапляють у природні води разом з господарсько-побутовими стічними водами, поверхневим стоком з сільськогосподарських угідь, де широко застосовують мінеральні азотні добрива, а також в промислових стічних водах.

Протягом року в режимі концентрацій амонійного азоту помітна сезонність, коли навесні та у період інтенсивної фотосинтетичної діяльності фітопланктону його концентрація мінімальна, а потім вона зростає влітку при посиленні процесів бактеріального розкладу органічних речовин. Присутність амонійного азоту є індикатором свіжого забруднення вод, чи є наслідком інтенсивних відновних процесів, які є звично протікають для гумінових сполук болотяних вод. Динаміка змін вмісту азоту амонійного у воді р. Кодима становила від 0 до 10,5 мг/дм³.

Азот нітритний виступає проміжними продуктами у біологічному кругообігу азоту («органічна речовина» - азот амонійний – азот нітритний – азот нітратний), тому їх вміст у воді, зазвичай, менший в порівнянні з амонійним та нітратним азотом.

Потрапляння чи виявлення у незабруднених водних об'єктах азоту нітритного відбувається із процесами розкладу органічних речовин, нітрифікації. Також зростає вміст азоту нітритного при дефіциті кисню у водоймі, також це типово часто відбувається в місця скиду стічних вод підприємств, які використовують у власному технологічному циклі нітриту і солі. Також на режим концентрацій азоту нітратного впливає сезонність процесів самоочищення – само забруднення природних вод. Концентрація нітритів у воді р. Кодима становила від 0 до 88 мг/дм³.

Азот нітратний утворюється у великих кількостях в водних об'єктах при протіканні внутрішньо водоймних процесів нітрифікації азоту амонійного у присутності кисню за участі нітрифікуючих бактерій, тому типово збільшення концентрацій азоту нітратного часто відбувається у літній період під час масового відмирання фітопланктону. Також джерелом надходження нітратів у поверхневій воді є атмосферні опади. Концентрація нітратного азоту у воді р. Кодима змінювалась від 0 до 66,9 мг/дм³.

Фосфати відіграють важливу роль у водних екосистемах і потрапляють у них при водній ерозії гірських порід і там фосфор знаходиться у вигляді мінеральних та органічних сполук, причому деякі з них є розчинними, частина - у вигляді колоїдів та завислих речовин.

Фосфати, як і сполуки азоту, формують рівень продуктивності водойм, оскільки є основою поживного ланцюга для гідробіонтів. Зазвичай, у водних об'єктах концентрація фосфатів не є високою у вегетаційний період внаслідок витрачання на біологічні процеси, в зимовий холодний період року концентрація фосфатів максимальна через розкладання органічних залишків. Також зростання концентрації фосфору у водах може бути наслідком інколи про їх забруднення. Вміст фосфатних іонів у воді р. Кодима становив від 0 до 1,34 мг/дм³.

Залізо загальне є дуже поширеним в гірських породах, тому завжди присутнє і у природних водах у невеликих концентраціях через низьку міграційну здатність.

Обсяги та інтенсивність надходження заліза у водні об'єкти визначаються різними процесами: процеси хімічного вивітрювання гірських порід, інтенсивності підземного живлення, потрапляння зі стічними водами різних галузей промисловості, сільського господарства, зливових стоків, поверхнево силового стоку із забудованих площ та сільськогосподарських угідь.

Вміст у водах р.Кодима основних важких металів (мідь, хром, марганець, нікель) обмежуються низькими концентраціями внаслідок високого значення рН, мутності води, інтенсивних біологічних процесів. Ці речовини поступають у водні об'єкти при руйнуванні гірських порід, потраплянні стічних вод з боку хімічних і металургійних виробництв, шахтних вод, змиву реагентів з вмістом міді, а також разом зі стічними водами з сільськогосподарських угідь. Протягом року вміст важких металів у воді р. Кодима максимальний під час паводків і водопілля, що пояснюється їх змивом з поверхні водозбору. Саме тому вміст в інший період року зазначених сполук у воді річки наближається до аналітичного нуля.

Вміст у природних водах типово речовин забруднювальних, антропогенного походження (нафтопродукти, СПАР) в основному залежать від рівня антропогенного навантаження. Велика кількість СПАР і нафтопродуктів надходить зі стічними водами підприємств нафтопереробної, хімічної, металургійної галузей, з господарсько побутовими стоками. Потрапивши у водні об'єкти, ці речовини негативно впливають на їх фізико-хімічний стан, погіршують кисневий режим та органолептичні властивості. Ще однією з особливостей цих речовин є їх висока стійкість до руйнування у воді річок та повільно розкладаються. За

даними спостережень ДАВРУ вміст СПАР у р. Кодима коливається від 0,008 до 1,37 мг/дм³.

2.2 Опис методики екологічної оцінки якості вод за відповідними категоріями

Метод екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями [5] був розроблений і затверджений в 1998 р. як міжвідомчий керівний документ і мав на меті забезпечити дотримання природоохоронних вимог і встановлення екологічних пріоритетів стосовно поверхневих вод суші та естуаріїв України, а також гармонізувати українське і європейське природоохоронне законодавство і стандартів стосовно водної політики і поліпшення якості поверхневих вод.

Екологічна оцінка якості вод дає інформацію про воду як складову водної екосистеми, життєве середовище гідробіонтів і важливу частину природного середовища людини.

Характеристика якості поверхневих вод дається на основі екологічної класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв України за комплексом гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних, бактеріологічних та інших показників, котрі відображають особливості абіотичної і біотичної складових водних екосистем.

За методикою, встановлено п'ять класів і сім категорій якості вод.

Виконання екологічної оцінки:

1) групування і обробки вихідних даних в межах трьох блоків (блоку сольового складу, блоку трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників, блоку показників вмісту і біологічної дії специфічних речовин);

2) визначення класів і категорій якості води за окремими показниками (середні і найгірші значення кожного показника

зіставляються з відповідними критеріями якості води, визначаються категорії якості води за окремими показниками);

3) 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 водного об'єкта за певний період спостережень.

Методика екологічної оцінки якості води [37] передбачає розрахунок в межах трьох блоків середніх і найгірших значень для трьох блокових індексів якості води, а саме: для індексу компонентів сольового складу ($I_{1\text{сер}}$, $I_{1\text{макс}}$), для трофо-сапробіологічного індексу ($I_{2\text{сер}}$, $I_{2\text{макс}}$), для індексу показників токсичної і радіаційної дії ($I_{3\text{сер}}$, $I_{3\text{макс}}$). На заключному етапі здійснюється обчислення інтегрального (екологічного) індексу (I_e) за формулою:

$$I_e = \frac{(I_1 + I_2 + I_3)}{3}, \quad (2.1)$$

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.

2.3 Аналіз результатів екологічної оцінки якості вод р. Кодима за багаторічний період

Орієнтовна екологічна оцінка якості води р. Кодима за період 2008-2018 рр. за даними ДАВРУ здійснювалась на основі обмеженої кількості гідрохімічних показників (12), тому блокові індекси не

обчислювались. Розрахунок проводився для середніх і найгірших значень показників. Результати наведені в таблиці 4.1.

Аналіз показує, що за середніми значеннями показників води р. Кодима в пункті м. Балта належать до III класу, 5 категорія (стан – посередні, чистота – помірно забруднені, трофність – еволітрофні, сапробність - α' -мезосапробні), по найгіршим значенням екологічна оцінка відповідає V класу, 7 категорія (стан – дуже погані, чистота – дуже брудні, трофність – гіпертрофні, сапробність - полісапробні). По окремим показникам слід відмітити високий вміст біогенних сполук і показників органічного забруднення, по яким майже всюди досягається найгірша 7 категорія якості вод. Сприятливим є вміст у воді сульфатів, кисневий режим річки є несприятливим.

Таблиця 4.1 – Узагальнена екологічна оцінка якості вод р. Кодима за окремими показниками в період 2008 – 2018 рр. за даними ДАВРУ

Вміст, мг/дм ³			Екологічна оцінка		
	Сер.	Найг.	Показник	середні	найгірші
БСК ₅	4,39	40	БСК ₅	5	7
ЗР	47,3	209	ЗР	5	7
O ₂	5,7	0,1	O ₂	5	7
SO ₄	115	596	SO ₄	1	2
Cl	570	1015	Cl	6	6
NH ₄	0,74	10,5	NH ₄	5	7
NO ₃	11,2	66,9	NO ₃	7	7
NO ₂	4,43	88	NO ₂	7	7
P _{min}	0,291	1,34	P _{min}	6	7
СПАР	0,281	1,37	СПАР	7	7
ПО	24,3	78	ПО	7	7
ХСК	24,3	113	ХСК	3	7
			Ie	5,33	6,50
			Клас (категорія)	III (5)	V (7)
			Стан вод	посередні	дуже погані
			Чистота вод	пом. забр.	дуже брудні
			Трофність	евполітрофні	гіпертрофні
			Сапробність	α' мезосапробні	полісапробні

З екологічних позицій стан р. Кодима оцінюється наступним чином.

За середніми значеннями річка належить до евтрофних та α-мезосапробних водних екосистем.

Евтрофні (високопродуктивні) водні екосистем [6] мають зарослі берега і рясне надходження біогенів. Влітку в масовій кількості розвивається фітопланктон і відповідно рясні бактеріо- і зоопланктон, зообентос (при цьому видове різноманіття невисоке). Ґрунти багаті органікою, замулені піски та мул, прозорість води низька (до 0,5-2 м),

кольоровість висока, колір води зеленувато-жовтий, жовтий. У воді висока мінералізація, вміст біогенів і кальцію. Літораль добре виражена, сильно заростає макрофітами. Водна маса гіполімніона в порівнянні з епілімніоном мала, вміст кисню у гіполімніоні (біля дна) влітку і при льодоставі знижується, в епілімніоні (поверхня) вдень у воді пересичення киснем а вночі вміст кисню знижується. Біля дна з другої половини літа формується безкиснева зона. Водна товща прогрівається до дна, показник рН складає 6-7. Макрофіти – багато видів, чисельні на мілководді, заростання

α-мезосапробні води (зона свіжого але слабого органічного забруднення води) [6] характеризуються початковою стадією самоочищення з домінуванням зелених фотосинтезуючих рослин, хоча зустрічаються синьо-зелені і діатомові. Протікають окислювально-відновні процеси, починається аеробне розкладання органіки, тому багато амонію, амінокислот, вуглекислоти. Показник BCK_5 складає 4-12 мг O_2 /дм³. Вода загниває. Кисню мало, умови напіванаеробні. Достатньо багато сірководню і метану. Мул сірий, в ньому мешкають гідробіонти, які пристосовані до нестачі кисню і надлишку вуглекислоти. Домінують рослинні організми з гетеротрофним живленням. Окремі організми розвиваються масово – бактерії-зооглеї, нитчасті бактерії, гриб *Mucor*, водорості – *Oscillatiria*, *Phormidium uncinatum*, *Closterium*, *Cosmarium*, *Gonium*, простіші *Chlamidomonas debrayana*, зелена нитчаста водорість *Stigeoclonium tenue*, ресничні інфузорії *Stentor coeruleus*, інфузорії *Carchesium*. В мулах багато тубіфіцид (олігохети), коловерток *Brachionus*, рачка *Asellus aquaticus*, молюсків *Sphaerium corneum*, личинок двокрилих *Chironomus*, *Psychoda*.

За найгіршими значеннями показників води річки належать до гіпертрофних і полісапробних. Екологічна рівновага тут порушена. Річка схильна до евтрофування, цвітіння води влітку – постійне явище,

призводить до порушення кисневого режиму, масових заморів гідробіонтів і загнивання води.

Полісапробні води (зона дуже сильного свіжого забруднення органічними речовинами, які легко руйнуються) [6] відчувається дефіцит кисню, який надходить в поверхневий шар лише з атмосфери і повністю використовується на окислення. У воді міститься багато нестійких органічних речовин і продуктів їх анаеробного розкладу (сірководню, метану). Вода загниває. Фотосинтез пригнічений, майже повністю відсутні рослини, що виробляють кисень. Нітрати в таких умовах відновлюються до амонію, інтенсивно протікає розкладання органічної речовини з утворенням сірководню і сірчистого заліза у донних відкладах. На дні кисню нема, багато детриту, йдуть відновлювальні процеси, мул чорний із запахом сірководню. Вища водяна рослинність розвинута дуже слабо, в мулі багато бентосних гідробіонтів, що пристосовані до рясноти органіки і анаеробних умов мешкання. Часто утворюються слизоподібні обростання на твердих предметах. Показник BCK_5 становить $40 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. Біота полісапробних зон має незначне видове різноманіття, але окремі види можуть досягати величезної чисельності. Багато сапрофітних бактерій, аеробні організми відсутні, добре розвинені гетеротрофні організми – нитчасті бактерії *Sphaerotilus*, *Oicomonas mutabalis*, *Thiopolycoccus ruser*, сіркобактерії роду *Beggiatoa*, *Thiothris*, бактеріальні зооглеї *Zooglea ramigera*, інфузорії *Paramecium putrinum*, *Vorticella putrina*, джгутикові *Oicomonas mutabilis*, олігохети *Tubifex tubifex*, личинки мухи *Eristalis tenax*, водорість *Polytoma uvella*. Характерними є водорості – *Spirulina*, *Anabaena*, *Euglena viridis*.

3 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ Р. КОДИМА ЗА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

3.1 Опис методики оцінки якості води за показником КІЗ

Даний метод дозволяє класифікувати якість води за повторюваністю і кратністю забруднення окремими гідрохімічними показниками, виділити пріоритетні забруднювальні речовини [5].

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

$$K = 100 \cdot \frac{n''}{n}, \quad (3.1)$$

де K – умовний коефіцієнт комплексності забруднення, %;

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

n – загальне число нормованих інгредієнтів і показників якості води.

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

за ознаками повторюваності випадків забруднення;

за кратністю перевищення нормативів ГДК;

за характером забрудненості води окремими хімічними речовинами.

Класифікація [5] за ознаками повторюваності випадків забруднення полягає у встановленні міри стійкості забрудненості за показником

повторюваності випадків перевищення ГДК за певними гідрохімічними інгредієнтами

$$H_i = 100 \cdot \frac{N_{ГДК_i}}{N_i}, \quad (3.2)$$

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

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

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

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

Класифікація [5] за кратністю перевищення нормативів ГДК передбачає встановлення рівня забрудненості за показником кратності перевищення ГДК

$$K_i = \frac{C_i}{C_{ГДК}}, \quad (3.3)$$

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

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

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

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

При поєднанні першого та другого ступенів класифікації води по кожному з гідрохімічних інгредієнтів визначаються узагальнені оцінні бали (S_i), одержані як добуток оцінок (a, b, c, d) та (a_1, b_1, c_1, d_1) за окремими характеристиками. Значення S_i може становити від 1 до 16 – чим більша величина S_i , тим гірша якість води по окремому інгредієнту (табл. 3.1).

Класифікація за характером забрудненості води окремими хімічними речовинами полягає в узагальненні даних по окремих гідрохімічних показниках.

Для цього обчислюється показник КІЗ (комбінаторний індекс забрудненості) шляхом додавання всіх узагальнених оцінних балів (S_i) по окремих гідрохімічних показниках.

При цьому ті гідрохімічні показники, для яких узагальнений оцінний бал $S_i \geq 11$ вважаються лімітуючими ознаками забруднення (ЛЮЗ), тобто вони виступають найбільшими забруднювальними речовинами і погіршують якість води до категорії «неприпустимо брудна».

Надалі розраховується показник осередненої забрудненості – питомий комбінаторний індекс забруднення (ПКІЗ). За цим показником встановлюється клас і розряд якості води («слабко забруднена», «забруднена», «брудна», «дуже брудна») та здійснюється висновок щодо придатності води для певного виду водокористування (табл. 3.2 – 3.3).

Таблиця 3.1 – Оцінки забрудненості води окремими показниками [5]

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

Таблиця 3.2 – Класифікація якості води водостоків за величиною КІЗ [5]

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

Таблиця 3.3 – Вплив забруднення на можливість використання води водотоків [5]

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

3.2 Аналіз отриманих результатів

За рибогосподарськими нормами ГДК на основі гідрохімічних показників р.Кодима на посту ДАВРУ м.Балта, 103 км від гирла, сільськогосподарський водозабір за 2008 – 2018 рр. було встановлено за методом КІЗ (табл 3.4), що в цілому з 10 показників для 10 відзначались випадки перевищень ГДК різної інтенсивності, тому показник комплексності забруднення склав 100 %. За окремими показниками рівень забруднення води, згідно триманих оцінних індивідуальних балів Si розподілився так:

- за вмістом фосфатів фіксувалась «одинична забрудненість низького рівня», вода «слабо зібруднена»;
- за вмістом сульфатів, азоту амонійного, нітратного, ХСК фіксувалась «стійка забрудненість низького рівня», вода «брудна»;
- за вмістом БСК₅, хлоридів, СПАР фіксувалась «характерна забрудненість низького рівня», вода «брудна»;
- за вмістом розчиненого кисню фіксувалась «стійка забрудненість середнього рівня», вода «дуже брудна»;
- за вмістом азоту нітритного фіксувалась «характерна забрудненість дуже високого рівня», вода «неприпустимо брудна», це є речовина ЛОЗ.

В цілому якість води р. Кодима по посту ДАВРУ м.Балта, 103 км, сільськогосподарський водозабір відповідала показнику КІЗ 47 балів, ПКІЗ – 4,7 балів, що з врахуванням присутності однієї речовини-ЛОЗ вказує на приналежність досліджуваного водного об'єкта до IVa класу якості води («дуже брудна») і непридатність її вод для безпечного ведення рибництва.

Речовина-ЛОЗ (азот нітритний), який в середньому формує екстремально високу забрудненість на рівні 220 ГДК вказує на постійне

свіже фекальне забруднення р. Кодима стічними водами м. Кодима і м. Балта і свідчить про високий рівень антропогенного навантаження, яке в рази перевищує самоочисні можливості річки.

Таблиця 4.2 - Оцінка якості води р. Кодима-м.Балта, 103 км, с/г водозабір (2008-2018 рр.) за методом КІЗ за рибогосподарськими нормами ГДК										
n=10; n'=10; K=100%; КІЗ=47; ПКІЗ=4,7; клас якості IVa - "дуже брудна"										
Показник	[БСК ₅]	[O ₂]	[SO ₄ ²⁻]	[Cl]	[NH ₄ ⁺]	[NO ₃ ⁻]	[NO ₂ ⁻]	[P _{min}]	СПАР	[ХСК]
ГДК, мг/дм ³	2,25	6	100	300	0,39	9,1	0,02	1	0,2	20
N	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
N'	25	21	19	30	19	20	41	3	24	20
N _i	56,8	47,7	43,1	68,1	43,2	45,5	93,1	6,8	54,5	45,5
Оцінні індекси	4	3	3	4	3	3	4	1	4	3
K _i	1,95	9,25	1,14	1,9	1,9	1,23	220,8	0,29	1,41	1,21
Оцінні індекси	1	2	1	1	1	1	4	1	1	1
Оцінні бали S _i	4	6	3	4	3	3	16	1	4	3

4 ОЦІНКА РИЗИКІВ НЕДОСЯГНЕННЯ ДОБРОГО ЕКОЛОГІЧНОГО СТАТУСУ РІЧКИ ЗА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

4.1 Опис методики дослідження

Згідно Водної Рамкової Директиви (ВРД) ЄС (ВРД ЄС 2000/60/ЄС, 2006; Directive 2000/60/EC, 2000) для кожного з основних річкових басейнів України має бути розроблений план управління, метою якого є досягнення у встановлені строки екологічних цілей – “доброго” екологічного стану масивів поверхневих та підземних вод, а також “доброго” екологічного потенціалу штучних або істотно змінених масивів поверхневих вод.

З метою впровадження задач співробітництва ЄС та України в сфері охорони природного навколишнього середовища й у відповідності до пункту 2 частини другої статті 132 Водного кодексу України, пункту 6 постанови Кабінету Міністрів України від 18 травня 2017 р. № 336 були розроблені «Методичні рекомендації щодо визначення основних антропогенних навантажень та їхніх впливів на стан поверхневих вод». Ці методичні рекомендації були схвалені науково-технічною радою Держводагенства у 2018 році [8]. Критерієм оцінки основних антропогенних навантажень на стан поверхневих вод або масивів поверхневих вод (МПВ) є визначення ризику недосягнення екологічних цілей. В залежності від якісних або кількісних показників антропогенних навантажень виділено 3 категорії наслідків антропогенного впливу: «без ризику»; «можливо під ризиком»; «під ризиком». Результати оцінки основних антропогенних навантажень та їхніх впливів є основою для розроблення та виконання програми заходів для досягнення екологічних цілей.

За даними гідрохімічного моніторингу, річка Кодима є забрудненою і знаходиться під впливом високого антропогенного навантаження (води річки сильно забруднені господарсько-побутовими і промисловими водами). Наявність значних об'ємів скидів обумовлює неприпустимо високий вміст у водах річки органічних, а в багатьох випадках і токсичних речовин. Основними забруднювальними речовинами є біогенні речовини (сполуки азоту та фосфору). Високий і стійкий у часі рівень забруднення вказує на слабку ефективність роботи відповідних очисних споруд.

Згідно представленої методики, одним з етапів є дослідження впливу антропогенних навантажень на стан поверхневих вод на основі оцінки ризику недосягнення екологічних цілей за хімічними та фізико-хімічними показниками. Отримані кількісні показники антропогенного навантаження порівнюються із пороговими (критичними значеннями, в залежності від яких встановлюється ступінь ризику).

Критерії оцінки ризику щодо антропогенного навантаження для хімічних та фізико-хімічних показників визначаються за двома категоріями ризику: «під ризиком» та «без ризику». Порогові значення хімічних та фізико-хімічних показників наведені в табл. 4.1. Перевищення порогових значень показників / індикаторів показує, що розглядуваний масив поверхневих вод підпадає під ризик недосягнення екологічних цілей (для розчиненого кисню – навпаки).

Таблиця 4.1 – Критерії ризику для хімічних та фізико-хімічних показників

Річки	Оксиген* (%насичення)	<i>BCK5</i> ** мг/дм ³	<i>NH₄</i> ** мг/дм ³	<i>NH₄</i> *** мг/дм ³	<i>PO₄</i> *** мг/дм ³	<i>pH</i>
Малі	75	5	0,4	0,15	0,2	6,5-8,5
Середні	70	6	0,6	0,2	0,3	
Великі	60	7	0,8	0,3	0,4	

Примітка: *10% процентиль – всі сезони, порівняльні умови вимірювання, щонайменше 12 вимірювань; **90% процентиль – всі сезони, репрезентативні умови, щонайменше 12 вимірювань; *** - середньорічне значення.

Процентиль є ймовірністю того, що випадкова величина X буде менше заданого x , що записується у виді $p(X < x)$. Процентиль P пов'язана із забезпеченістю випадкової величини $P(x)$ таким чином: $P=1-P(x)$.

4.2 Аналіз отриманих результатів

Аналіз багаторічних даних за гідрохімічними показниками якості води, наведеними в табл. 4.2 показав, що ризик недосягнення екологічних цілей виникає через високий вміст у воді р.Кодима азоту амонійного, фосфатів, БСК₅, для яких відповідні фактичні значення перевищують критичні. Забруднення води цими речовинами свідчить про наявність точкових джерел неочищених комунальних стічних вод, що може бути спричинено відсутністю та неналежною роботою очисних споруд в досліджуваному МПВ. За показниками рН та оксисен (%) МПВ р. Кодима – м. Балта знаходиться в категорії «можливо під ризиком» антропогенного навантаження (бо дані фактичних вимірювань відсутні).

Слід зазначити, що запропонована методика не враховує в себе внесок у забруднення вод річки іншими речовинами, вміст яких за результатами оцінки якості води методом КІЗ для рибогосподарських норм значно перевищує ГДК, не враховує ефект їх сумарної дії, що може призвести до хибних висновків щодо статусу МПВ, особливо в промислово розвинутих зонах. У зв'язку із зазначеним методика [8] потребує подальшого доопрацювання.

Таблиця 4.2 – Оцінка ризику щодо антропогенного навантаження для хімічних та фізико-хімічних показників за даними моніторингу у створі р. Кодима – м. Балта, с/г водозабір, 103 км від гирла за 2008-2018 рр.

(* – 10% процентиль; ** – 90% процентиль; *** – середньорічне значення).

Показник	Фактичні значення	Критичні значення	Оцінка ризику
Оксиген* (%насичення)	-	75	«Можливо під ризиком»
$BCK5^{**}$, мг/дм ³	7,25	5	«під ризиком»
NH_4^{**} , мг/дм ³	1,49	0,4	«під ризиком»
NH_4^{***} , мг/дм ³	0,74	0,15	«під ризиком»
PO_4^{***} , мг/дм ³	0,291	0,2	«під ризиком»
<i>pH</i>	-	6,5-8,5	«Можливо під ризиком»

ВИСНОВКИ

В роботі було досліджено якість вод р. Кодима за даними спостережень ДАВРУ в пункті м. Балта за 2008 – 2018 рр. як показник рівня антропогенного навантаження на річку, а також зроблена оцінка ризиків недосягнення доброго екологічного стану річки за гідрохімічними показниками.

Орієнтовна екологічна оцінка якості води р. Кодима показує, що за середніми значеннями показників води річки належать до III класу, 5 категорії (стан – посередні, чистота – помірно забруднені, трофність – евполітрофні, сапробність - α' -мезосапробні), по найгіршим значенням екологічна оцінка відповідає V класу, 7 категорія (стан – дуже погані, чистота – дуже брудні, трофність – гіпертрофні, сапробність - полісапробні).

Оцінка якості вод р.Кодима за рибогосподарськими нормами ГДК по методу КІЗ показала, що показник комплексності забруднення склав 100 %. З врахуванням присутності однієї речовини-ЛОЗ (азот нітритний) досліджуваний водний об'єкт належить до IVa класу якості води («дуже брудна») і непридатність її вод для безпечного ведення рибориства.

Речовина-ЛОЗ (азот нітритний), який в середньому формує екстремально високу забрудненість на рівні 220 ГДК вказує на постійне свіже фекальне забруднення р. Кодима стічними водами м. Кодима і м. Балта і свідчить про високий рівень антропогенного навантаження, яке в рази перевищує самоочисні можливості річки.

Аналіз багаторічних даних за гідрохімічними показниками якості води показав, що ризик недосягнення екологічних цілей виникає через високий вміст у воді р.Кодима азоту амонійного, фосфатів, БСК5. Забруднення води цими речовинами свідчить про наявність точкових джерел неочищених комунальних стічних вод, що може бути спричинено

відсутністю та неналежною роботою очисних споруд в досліджуваному МПВ.

Таким чином, сучасний стан р. Кодима можна охарактеризувати як незадовільний, що проявляється у поганій якості її вод, високому ризику недосягнення екологічного благополуччя і вимагає вирішення цілого комплексу проблем, які накопичились на водозборі річки за останній час. Першочерговим заходом має бути покращення очистки стічних вод від населених пунктів, які скидаються в річку.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Описания рек и озер и расчеты основных характеристик их режима. Т.6. Украина и Молдавия. – Вып.1. Западная Украина и Молдавия (без бассейна р. Днестра) /под ред. М.С.Каганера. Л.: Гидрометиздат, 1978. 490 с.

2. Екологічний атлас басейну річки Південний Буг / Басейн. упр. водними ресурсами річки Південний Буг, Чорномор. прогр. Ветландс Інтернешнл; [підгот.: В. Б. Мокін, Є. М. Крижановський ; ред.: Ю. С. Гавриков, Г. Б. Марушевський]. Вінниця: [б.в.], 2009. 19 с. : карти.

3. Відомості про р. Кодима. Режим доступу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B4%D1%8B%D0%BC%D0%B0_\(%D1%80%D0%B5%D0%BA%D0%B0\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B4%D1%8B%D0%BC%D0%B0_(%D1%80%D0%B5%D0%BA%D0%B0))

4. Стоянова, О. С. (2019) *Якість води р. Кодима в сучасний період*. UNSPECIFIED thesis, ОДЕКУ. Режим доступу: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/5936>

5. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. – К.: Ніка-Центр, 2001. 264 с.

6. Методичні вказівки до проведення навчальної практики за спеціальністю «Прикладна екологія та збалансоване природокористування», спеціалізація «Гідроекологія»/ Яров Я.С., Захарова М.В. / Одеса, ОДЕКУ, 2013. 162 с.

7. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України № 4 від 14 січня 2019 року «Про затвердження Методики визначення масивів поверхневих та підземних вод». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/z0287-19> (дата звернення : 08.05.2020)

8. Методичні рекомендації щодо визначення основних антропогенних навантажень та їхніх впливів на стан поверхневих вод / Вихрист С., Мудра К., Осійський Е., та ін. Держводагенство 2018. 21 с.

9. Janauer G. A. Ecohydrology: fusing concept sand scales // Ecol. Eng. – 2000. – 16, N 1. – P. 9 – 16.

10. Sileika A.S. Analysis of variation in nitrogen and phosphorus concentration in the Nemunas river / Sileika A.S. S.Kyrta. K. Gaigalis, L.Berankiene, A.Smitiene // Water management Engineering. Vilniaus.-2005. – Vol.2(5). – P.15-24.