

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний  
Кафедра гідроекології та  
водних досліджень

**Бакалаврська кваліфікаційна робота**

на тему: Якісне і кількісне оцінювання екологічних ризиків у нижній течії  
Дністра (сmt. Біляївка)

Виконала студентка 4 року навчання  
групи ЕГ-43  
Напряму підготовки 6.040106  
«Екологія, охорона навколишнього  
середовища та збалансоване  
природокористування»  
Кулачок Катерина Володимирівна

Керівник д.геогр.н., проф.  
Лобода Наталія Стапанівна

Консультант

Рецензент к. тех.н., доц.  
Мельник Сергій Володимирович

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний

Кафедра гідроекології та водних досліджень

Рівень вищої освіти бакалавр

Напрямок підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри гідроекології та  
водних досліджень

Лобода Н.С.

“18” квітня 2019 року

**ЗАВДАННЯ**  
**НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

*Кулачок Катерині Володимирівні*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **«Якісне і кількісне оцінювання екологічних ризиків у нижній течії Дністра (смт. Біляївка)»**

керівник роботи Лобода Наталія Степанівна, д.геогр.н., професор.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “від “7” грудня 2018 року №343-С”

2. Строк подання студентом роботи 08 червня.

3. Вихідні дані до роботи 1) Дані ДАВР про хімічний склад води у створі Дністер - Біляївка за період 2008-2018 роки. 2) Дані моніторингу вод та ґрунтів Одеського ОВР за 1967-2018 роки

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Виконати коротку фізико-географічну характеристику річки Дністер. 2) Визначити особливості гідрохімічного і термічного режиму нижньої течії річки Дністер. 3) Виконати оцінку екологічної обстановки річки Дністер 4) Виконати оцінку екологічного ризику для вод річки Дністер у створі Біляївка згідно методики ІЗВ (стандартного) щорічно за період 1967-2018 роки.

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

6. Консультанти розділів роботи

7. Дата видачі завдання 18 квітня 2019р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
	<i>Загальна характеристика екосистеми Нижнього Дністра</i>	22 – 24 квітня	91	<i>відмінно</i>
	<i>Збір даних про хімічний склад води річки у створі Дністер –с.Біляївка.</i>	25 – 29 квітня	90	<i>відмінно</i>
	<i>Оцінка якості води за індексом забруднення ІЗВ</i>	01 – 03 травня	94	<i>відмінно</i>
	<i>Аналіз оцінки екологічної обстановки річки Дністер.</i>	06 - 08 травня	96	<i>відмінно</i>
	<i>Визначення оцінки ризиків у річці Дністер.</i>	09 – 12 травня	98	<i>відмінно</i>
	<b>Рубіжна атестація</b>	<b>13 – 19 травня</b>		
	<i>Оцінка якості вод річки Дністер на основі індексу забруднення ІЗВ</i>	15 – 19 травня	94	<i>відмінно</i>
	<i>Оцінка екологічного ризику на основі ймовірнісних характеристик перевищення ГДК</i>	20 – 22 травня	98	<i>відмінно</i>
	<i>Оцінка відповідності критеріїв якості води та екологічних ризиків</i>	24 – 31 травня	98	<i>відмінно</i>
	<i>Узагальнення отриманих результатів. Оформлення бакалаврської роботи, здача роботи на перевірку наукового керівника.</i>	01 – 03 червня	99	<i>відмінно</i>
	<i>Підготовка презентації та доповіді для захисту бакалаврської роботи.</i>	04 – 07 червня	97	<i>відмінно</i>
	<b>Перевірка на плагіат</b>	06 червня		
	<b>Рецензування</b>	06 червня		
	<b>Подання на кафедру</b>	<b>08 червня</b>		
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>	08.06.2019	96	<i>відмінно</i>

Студент \_\_\_\_\_ **(Кулачок К.В)** \_\_\_\_\_  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ **(Лобода Н.С)** \_\_\_\_\_

## АНОТАЦІЯ

до бакалаврської кваліфікаційної роботи

Кулачок Катерини Володимирівни

Актуальність теми бакалаврської роботи: «Якісне і кількісне оцінювання екологічних ризиків у нижній течії Дністра (смт. Біляївка)» обумовлена необхідністю визначення ризиків забруднення води на водозаборі, яка може викликати негативні наслідки, що можуть спровокувати надзвичайні ситуації із завданням шкоди живим організмам.

Метою дослідження є оцінка ефективності застосування критерію екологічного ризику  $R$ , при розрахунках якого використовуються дані гідрохімічних спостережень в створі р. Дністер – смт. Біляївка.

Завданнями бакалаврської роботи є аналіз гідрохімічного режиму нижньої течії річки Дністер – смт. Біляївка; оцінка екологічної обстановки; розрахунок показників ризиків якості води за методикою інституту проблем ринку та економіко-екологічних досліджень, м. Одеси; встановлення зв'язків між показниками якості води та ризиків.

Результатами роботи виявлено, що для першої групи для більшості хімічних речовин екологічна обстановка є «задовільною». За даними про завислі речовини- «катастрофічна». Розрахунки виконані для другої групи показали, що екологічна обстановка за всіма показниками є «задовільною».

Установлене існування тісного лінійного зв'язку між ІЗВ та  $R$ .

Показано, що оцінки екологічних ризиків, розрахунки яких базуються на ймовірностях перевищення концентрацій забруднювальних речовин над ГДК, добре відображають екологічний стан води.

Бакалаврська робота складається із трьох розділів, 55 сторінок тексту, 14 таблиць, 3 рисунків 2 графіків та 31 використаних наукових джерел.

Ключові слова: екологічний ризик, індекси забруднення, екологічна обстановка, забезпеченість.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	6
ВСТУП .....	7
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЕКОСИСТЕМИ НИЖНЬОГО ДНІСТРА .....	10
1.1 Фізико-географічна характеристика гирлової ділянки р. Дністер.....	10
1.2 Особливості гідрохімічного і термічного режиму Нижнього Дністра...	15
1.3 Водний режим Дністра .....	20
1.4 Клімат .....	23
1.5 Гідробіологічна характеристика.....	25
2 ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ.....	28
2.1 Поняття оцінки екологічної обстановки.....	28
2.2 Екологічні показники моніторингу та оцінка екологічної обстановки..	29
3 ОЦІНКА РИЗИКІВ.....	35
3.1 Загальне значення екологічного ризику .....	35
3.2 Розрахунок стандартного та модифікованого індексу забруднення води .....	40
ВИСНОВКИ.....	50
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	52

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ  
І ТЕРМІНІВ

БСК <sub>5</sub>	біологічне споживання кисню (протягом 5 діб)
ІЗВ	індекс забруднення води
ЛОЗ	лімітуюча ознака забруднення
ГДК	гранично допустимі концентрації
СПАР	синтетичні поверхнево-активні речовини
ХСК	хімічне споживання кисню
ДАВР	Державне агентство водних ресурсів
ГЕС	гідроелектростанція
ГАЕС	гідроакumuлююча електростанція
с.	село
смт.	селище міського типу
р.	рік, річка
ІР	індекс ризику, який характеризує вразливість країни
НС	надзвичайні ситуації
R	кількісний показник екологічного ризику
C	концентрація речовини
РЕН	ризик екологічної небезпеки
ЕН	екологічні небезпеки
ЕЕС	економіко-екологічні ситуації

## ВСТУП

Вода є одним з найважливіших елементів зовнішнього середовища. Вона має велике значення для задоволення фізіологічних, санітарно-гігієнічних та господарських потреб людини. Вкрай необхідна вона рослинам і тваринам.

Питна вода та її якість істотно впливають на всі фізіологічні та біохімічні процеси, що відбуваються в організмі людини, на стан її здоров'я. Отже, можна стверджувати, що якісні характеристики води, рівень її забруднення впливає на стан захворюваності рослин, тварин та населення [1].

**Актуальність.** Основним джерелом водопостачання таких міст як Одеса, Білгород-Дністровський, Чорноморськ (Іллічівськ), Южний та прилеглих районів є дністровська вода, яка подається з Біляївського водозабору [2]. Актуальність роботи обумовлена необхідністю визначення ризиків забруднення води на водозаборі, яка може викликати негативні наслідки, що можуть спровокувати надзвичайні ситуації із завданням шкоди живим організмам.

Хімічний склад природної води визначається шляхом, який проходить вода в процесі кругообігу [3]. Кількість розчинених речовин в такій воді буде залежати, з одного боку, від складу тих речовин, з якими вона взаємодіяла, з іншого, від умов, в яких відбувалися ці взаємодії. Впливати на хімічний склад води можуть наступні фактори: гірські породи, ґрунт, живі організми, діяльність людини, клімат, рельєф, водний режим, рослинність, гідрогеологічні та гідродинамічні умови, тобто усі природні та антропогенні чинники. Особливу роль відіграють природні та антропогенні чинники, які є характерними для нижньої течії річки Дністер, де розташований Біляївський водозабір. Оцінка якості води основного джерела питного водопостачання багатьох населених пунктів також має дуже важливе значення.

Визначення величини прийняттого ризику є досить складним питанням не тільки для України, але для більш досвідчених щодо ризиків європейських країн [4]. Методологія оцінки ризику в Україні на законодавчому рівні є остаточно не сформованою. Однак, існує вже певна «дорожня карта» у вигляді Закону України «Про основу державної екологічної політики України на період до 2020 року» від 21.12.2012 №2818-VI, в якому прописано декларацію підготовки «до 2015 року державної цільової програми проведення оцінки та запобігання ризиків здоров'ю населення України від чинників навколишнього середовища, що передбачає застосування методології оцінки ризику; запровадження до 2020 року керованого управління екологічним ризиком (включаючи випадки надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру)».

**Метою дослідження** є оцінка ефективності застосування критерію екологічного ризику  $R$ , при розрахунках якого використовуються дані гідрохімічних спостережень в створі р. Дністер – смт. Біляївка.

**Завдання роботи:** проаналізувати гідрохімічний режим нижньої течії річки Дністер – смт. Біляївка; оцінити екологічну обстановку; розрахувати показники ризиків якості води за методикою інституту проблем ринку та економіко-екологічних досліджень, м. Одеси [5]; встановити зв'язки між показниками якості води та ризиків.

**Об'єктом дослідження** є дністровська вода у створі смт. Біляївка, яка використовується для питного централізованого водопостачання. Ця вода, подається на ВОС «Дністер» для очищення і подальшого використання. Існуюча система централізованого водопостачання забезпечує населення і господарські об'єкти Одеської промислово-міської агломерації та прилеглих районів в радіусі приблизно 100 км [6].

**Предметом дослідження** є оцінювання ймовірностей появи ризиків суттєвого забруднення води в річці Дністер поблизу Біляївського водозабору. Ризик екологічний є ймовірністю настання події, яка викликана впливом господарської та іншої діяльності, надзвичайними ситуаціями природного та



техногенного характеру та має несприятливі наслідки для природного середовища [5].

**Методи дослідження:** методика розрахунків ІЗВ стандартного та модифікованого [7]; методика оцінки екологічної обстановки [8]; методика оцінки екологічного ризику, розробленого в інституті проблем ринку та економіко-екологічних досліджень, м. Одеса [5]

**Матеріали дослідження:** У роботі використані дані ДАВР про хімічний склад води у створі Дністер - Біляївка за період 2008-2018 рр.[9] та дані з лабораторії моніторингу вод та ґрунтів Одеського ОВР за 1967-2018 роки.

**Наукова новизна бакалаврської роботи** полягає у тому, що вперше для створу річка Дністер смт. Біляївка встановлені зв'язки між показниками екологічного ризику та показниками якості води (індекс забруднення води ІЗВ).

**Практичне значення отриманих результатів** полягає у виділенні зон ризику на основі побудованої емпіричної кривої розподілу забезпеченостей показника ризику R.

## 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЕКОСИСТЕМИ НИЖНЬОГО ДНІСТРА

В результаті зарегулювання р. Дністер Дністровським гідроенергетичним комплексом у середній та нижній течії Дністра практично зникли характерні для річки весняні паводки, необхідні для функціонування річкової екосистеми та рибицтва. У минулі два десятиріччя внаслідок глобального потепління виникли проблеми з питною водою, яка постачається для багатьох населених пунктів з річки Дністер [10]. Характерною особливістю природного гідроекологічного режиму Дністра, включаючи його гирлову ділянку, є періодичне проходження дощових паводків. В гирловій частині річки відбувалося помітне розпластування паводкових хвиль, але обумовлені ними коливання водності та рівнів води мали дуже важливе екологічне значення. Саме завдяки такому несталому режиму здійснювалася активна промивка дністровських плавнів, заплачних водоймищ, проток і рукавів гирлової ділянки Дністра та зберігалася і підтримувалося біологічне різноманіття [11]. Дельта Дністра є найбільш цінною у природоохоронному плані територією басейна Дністра як місце життєдіяльності багатьох видів рослин, риб та інших видів тварин, занесених у Червону книгу України і Міжнародні охоронні списки [12].

### 1.1 Фізико-географічна характеристика гирлової ділянки р. Дністер

Річка Дністер бере початок на північно-східних схилах Українських Карпат на висоті близько 900 м над рівнем моря. Її довжина – 1362 км, з них через територію України проходить 925 км. Загальна площа водозбору становить 72100 км<sup>2</sup>.

На Дністрі в Україні створено три водосховища: Дністровське, Дністровське буферне і Дністровське гідроакумулююче. Вони разом утворюють комплекс Дністровських водосховищ, головне призначення яких протипаводкове та гідроенергетичне.

Дністровське водосховище знаходиться на відстані 677,7 км від гирла Дністра, його довжина 194 км, розташоване на території Чернівецької, Хмельницької, Вінницької і Тернопільської областей. Характерними особливостями водосховища є його значна глибина, відносно мала ширина й велика звивистість. Дністровське водосховище створено на рівнинному плато в глибоко врізаній долині Дністра, з різко вираженою асиметричною долиною. Дністровське буферне водосховище утворене на ділянці Дністра від Дністровської ГЕС до Дністровської ГЕС-2 і призначене для внутрішньодобового вирівнювання скидів води з ГЕС у нижню течію Дністра.

До впадіння у Дністровський лиман річка протікає по різних природних зонах [13]. До м. Самбір р. Дністер є типовою гірською річкою. На цій ділянці вона тече у вузькій долині із скелястими берегами. При виході на передгірську рівнину долина річки стає ширшою, а на окремих ділянках заболоченою. Через Подільську височину р. Дністер протікає у вузькій і глибокій каньйоно-подібній долині. Русло річки звивисте з численними меандрами, а в районі м. Ямпіль – порожисте. Нижче в сх Дубоссарського р. Дністер тече по широкій долині з численними притоками та озерами [14]. Нижня частина басейну р. Дністер розташована у межах Причорноморської низовини та має характерний для степу рельєф (рис. 1.1).

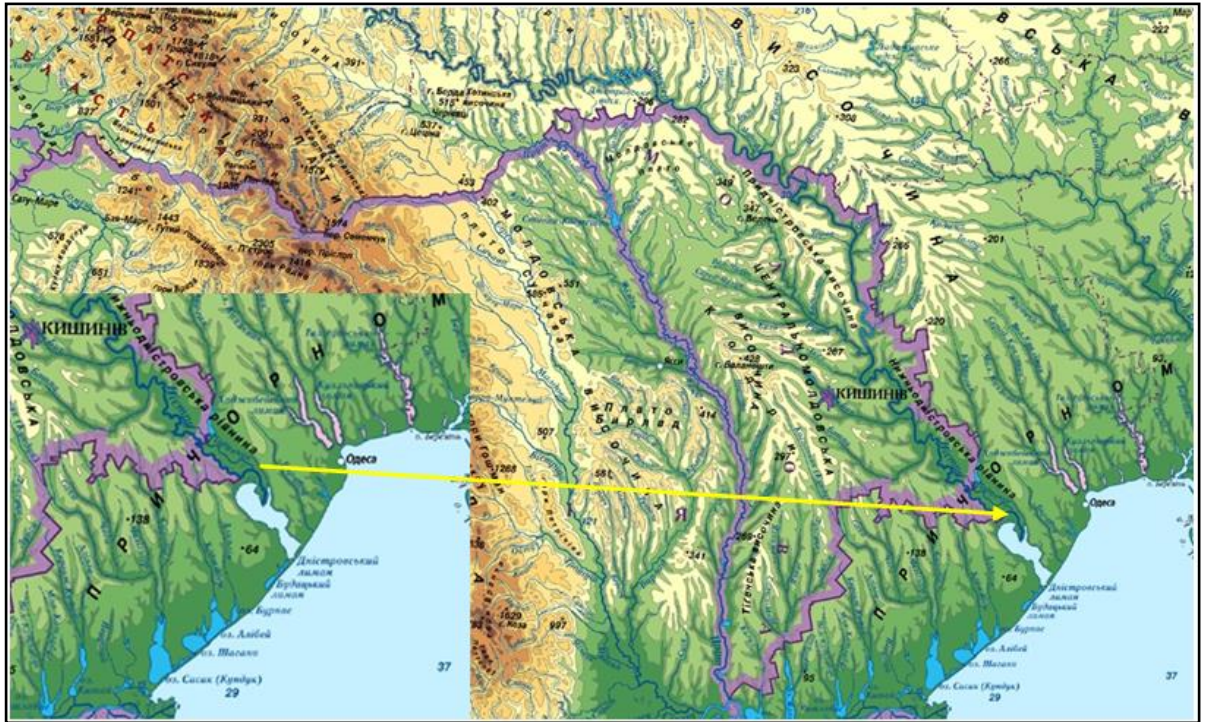


Рисунок 1.1 – Фізико-географічне положення гирлової ділянки р. Дністер [15].

Русло річки дуже звивисте. Долина нижнього Дністра має добре розвинуту заплаву, яка періодично затоплюється під час повені, та шість надзаплавних терас. Гідрографічна мережа розвинута слабо, її щільність становить  $0,2 \text{ км/км}^2$  [16].

Всі ліві притоки відносяться до річок з невеликою водністю (рр. Реут, Ікель, Бик). Найбільшою притокою Дністра у гирловій ділянці є р. Шв. Турунчук. Нижче с. Маяки від Дністра відділяється рукав – штучний канал, Гл. Турунчук (ширина – 90-100 м, глибина – 9-10 м).

Плавнева ділянка Дністра видовжена з північного заходу на південний схід та має довжину 57 км і ширину – 4-6 км. Тут нараховується близько ста плавневих озер, серед яких найбільші: Путрине, Тудорове, Біле й ін.

Річка впадає в лим. Дністровський трьома водотоками: р. Дністер, р. Гл. Турунчук, ер. Кіляри [11]. Дністровський лиман – один з найбільших в Україні лиманів, що утворився в місці, де р. Дністер впадає в Чорне море. Місце з'єднання лиману з морем – є вузькою та глибокою протокою. Лиман утворився внаслідок опускання місцевості та одночасного підняття рівня води в морі. Від моря лиман відокремлений піщаною Бузькою косою, що має в одному місці розрив – Цареградське гирло, через який здійснюється водообмін лиману з морем. Середня площа водної поверхні лиману – 360 км<sup>2</sup>, довжина – 42-43 км, ширина – від 4 до 12 км, максимальна (природна) глибина сягає 2,5 м, середня глибина – 1,5 м [9].

В північно-східну частину лиману впадає р. Дністер, язик річкової дельти якого висувається в глиб лиману більш ніж на 9 км, розділяючи його вершину на дві затоки: широку – західну і вузьку – східну. У вершину лиману, на північний захід від гирла р. Дністер, впадає р. Гл. Турунчук, яка відділяється від р. Дністер нижче с. Маяки.

Східний і західний береги лиману порівняно круті, обривисті, заввишки 10 м. Північний берег низинний, дуже заболочений.

Басейн р. Дністер за фізико-географічним районуванням [8] знаходиться у межах Природної країни Східно-Європейської рівнини, включаючи Природну країну Українських Карпат, лісостепову зону (Західно-Українську та Дністровсько-Дніпровську лісостепову зони) та степову зону (Правобережно-Дніпровську північностепову провінцію (північний степ) та Причорноморсько-Азовську південностепову провінцію (південний степ).

На рівнинній частині території України басейн р. Дністер за гідрологічним районуванням [12] належить до гідрологічної зони достатньої водності та гідрологічної зони недостатньої водності.

Гирлова ділянка р. Дністер відноситься до зони недостатньої водності, а саме до Причорноморської області надзвичайно низької водності.

Щільність річкової мережі на півдні становить 0,2-0,1 км/км<sup>2</sup>. Похил річок змінюється від 1 до 10 м/км. Річки мають переважно широкі долини з пологими схилами, звивисте русло. Швидкість течії у межень становить 0,2-0,4 м/с. Лісистість водозбору змінюється у межах 1-4 %, болота трапляються лише в заплавах річок (зокрема у пониззі Дністра). Живлення річки переважно снігове (80-90 %).

Гирлова частина р. Дністер належить до степової зони. Суцільне поширення лесоподібних порід в умовах вирівняної поверхні сприяє розвитку більш однорідного, ніж у інших природних зонах, ґрунтового покриву.

У північній (більш зволоженій) частині степу домінують чорноземи середньогумусні звичайні, де вміст гумусу сягає 6,0-7,0 %, а далі на південь вони поступаються місцем чорноземам малогумусним, з вмістом гумусу 5,0-5,8 %, а часто й чорноземам південним (південь Причорноморської низовини). Основним напрямком підвищення родючості земель степової зони є штучне зрошення.

У рослинному покриві природного степу домінантне положення займають ксерофільні дернові злаки, меншою мірою – степове різнотрав'я. У південному напрямку рослинний покрив розріджується, у фітоценозах зростає кількість полину, ефемерів та галофітів. Лісистість у степу не перевищує 3 %. У невеликих дібровах переважають: дуб (40 % деревостану), сосна (32 %), меншою мірою – ясен. Фрагментами у степовій зоні зустрічається лучна і навіть болотна рослинність. Природний рослинний фон степу зберігається лише на заповідних територіях, а понад 80 % українських степів сьогодні займають різноманітні сільськогосподарські угіддя.

Тваринний світ степової зони представляють ховрахи, заєць сірий, тхір степовий, борсук, лисиця, численні птахи (перепел, лунь), плазуни (гадюка степова, ящірки, полоз) й ін. Своєрідними фауністичними аномаліями у степу є водно-болотні, чагарникові та лісові біотопи, які поширені, наприклад, у долині Дністра, по берегах степових озер і водойм й ін.

## 1.2 Особливості гідрохімічного і термічного режиму Нижнього Дністра

Гідрохімічні особливості річки формуються під впливом комплексу природних та антропогенних чинників. До перших належать геофізичні особливості басейну, вимивання мінеральних речовин із гірських порід, ґрунтів, склад підземних вод.

Основним чинником формування гідрохімічного та термічного режиму нижньої течії Дністра є водний стік річки та його внутрішньорічний розподіл, а також метеорологічні умови в регіоні. Розподіл водного стоку в продовж року прямо відбиваються на утриманні та зміні розчинених у воді газів і речовин [17].

Мінералізація води в нижній течії Дністра на протязі року коливається від 220 до 490 мг/дм<sup>3</sup>, збільшуючись в зимовий період до 560-680 мг/дм<sup>3</sup>. Найнижчі величини мінералізації води пов'язані із збільшенням водного стоку незалежно від пори року. При весняному водопіллі мінералізація може різко збільшитися через інтенсивний змив речовин зі всього водозбірного басейну річки. Граничні значення мінералізації води на цій ділянці річки не розкривають суті і обумовленості внутрішніх процесів у водоймі.

Мінералізація води в річці в основному знижується від весни до осені. Сезонна і просторова динаміка абсолютних величин мінералізації води для Дністра виражена слабо.

За мінералізацією та іонним складом вода Нижнього Дністра відноситься до гідрокарбонатного класу групи кальцію другого типу. Домінуючими іонами у воді гирлової частини річки є  $\text{HCO}_3^-$  та  $\text{Ca}^{2+}$ .

Кисневий режим залежить від таких основних чинників, як: водний, термічний режими, стічні води підприємств промисловості, сільського господарства та населених пунктів, а також життєдіяльність гідробіонтів.

Насичення води киснем нижче 100 % свідчить про великий вплив антропогенних навантажень на річку. Проте можна відзначити чітку сезонну динаміку вмісту кисню у воді. Навесні, з активізацією процесу фотосинтезу, його концентрації збільшуються, а потім знижуються разом із зменшенням витрат води в річці, збільшенням її забрудненості та зниженням інтенсивності самоочищення [17].

Величина рН води в нижньому Дністрі коливалася в межах 7,1-8,2. Це набагато нижче спостережуваних в середині ХХ ст. величин, які становили 7,8-8,5 та 9,0. Зниження абсолютного значення цього показника свідчить також про збільшення забрудненості річки.

Вміст мінеральних форм біогенних речовин є показником рівня трофності водойми, ступені його забруднення та здатності до самоочищення [18]. Вода нижнього Дністра багата з'єднаннями азоту, фосфором і залізом. Великі концентрації з'єднань азоту, які простежуються до гирла річки, свідчать про значне забруднення її стічними водами підприємств сільського господарства. Вміст з'єднань азоту, а також мінерального фосфору майже



ніколи не знижувалося до  $0 \text{ мг/дм}^3$ , перевищуючи норми ГДК [19]. По рівню вмісту біогенних речовин виділяється район с. Маяки.

Сезонна динаміка вмісту біогенних речовин характеризується зниженням концентрацій з'єднань азоту від весни до осені-зими, а фосфору, навпаки, збільшенням, що, ймовірно, пов'язано із зменшенням споживання його гідробіонтами.

Аналіз співвідношення розчинених і завислих форм фосфору і заліза показав, що в період весняного водопілля переважають завислі форми. Співвідношення  $P_{розч}:P_{зав}$  коливається близько 1:67 вище с. Маяки, збільшуючись у с. Маяки до 1:20, а в гирлі знижуючись до 1:4. Для заліза це співвідношення менше – від 1:4 до 1:10. Влітку після проходження паводку починають переважати розчинені форми: для фосфору – 2,0:1,5; заліза – 1,5:1 і лише в гирлі, як і раніше, домінують зважені – 1:1,5. В осінній період, як і навесні, співвідношення форм склало 1:4-5 в першому випадку і 1:14-24 – в другому. У зимовий період ці показники дуже нестійкі, вони залежать від метеорологічних умов зими та річкового стоку: при великому стоці – більше зважених форм фосфору, при малому – менше.

У вмісті та співвідношенні форм заліза внутрішньорічний розподіл водного стоку істотного впливу не має. Таким чином, в Нижньому Дністрі в режимі біогенних речовин протягом року в основному домінують зважені форми заліза та фосфору.

Окислюваність води характеризується невисокими значеннями: перманганатна окислюваність (ПО) – 2,4-6,0  $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$  і біхромат на (БО) – 9,8-35,5  $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ . За течією річки, вниз до гирла, величина ПО мало розрізняється, а біхроматна окислюваність має тенденцію спочатку

знижуватися, але потім в гирлі знов збільшується. Сезонна динаміка окислюваності води виражена нечітко.

Значно краще проявляється її зв'язок з внутрішньорічним розподілом річкового стоку: при класичній формі гідрографа річкового стоку (весняне водопілля, літня межень) окислюваність води навесні зменшується, потім влітку збільшується і до осені знов зменшується, залишаючись вище за весняні значення. Якщо класичний вид гідрографа стоку порушений, тобто весняна повінь відсутня, а решта стоку рівномірно розподілена на частину року, що залишилася, то це призводить до збільшення окислюваності води.

В період весняної повені вміст органічного азоту і фосфору невеликий, набагато більших концентрацій вони досягають влітку-осінню.

Зміни термічного режиму Дністра викликані регулюванням його стоку Дністровською ГЕС. Необхідно відзначити ту особливість, що на агрегати Дністровської ГЕС подається вода з глибоких шарів водосховища. У зв'язку з цим температура води в літній період на значній відстані нижче дамби, навіть в районі с. Маяки, залишається досить низькою (7-9 °C), а взимку, навпаки, тут зберігається підвищений фон температури води навіть при порівняно холодній погоді. Змінений температурний режим у річці негативно вплинув на розмноження риби – практично зникли промислово-цінні види риб [20].

Русло річки через зменшення швидкості течії в результаті зарегулювання стоку заростає вищою водною рослинністю. Надходження холодної води у нижню течію Дністра в літній сезон посилює процеси гниття рослинності та перефітонів, що кінець кінцем призводить до вторинного забруднення води органічними речовинами і зменшенню у ній розчиненого кисню.

Термічний і льодовий режим рік формується під дією трьох основних груп факторів: термічних, які обумовлюють тепловий баланс річки в різні пори року; морфометричних (зміна похилів, глибин та ширини русел), які впливають на зміни умов формування термічного і особливо льодового режимів річок або їх окремих ділянок; антропогенних, тобто різних видів господарського використання річок. Перехід температури води на Дністрі зменшується до 10% від  $0,2^{\circ}\text{C}$  восени. Найвищі значення температури води спостерігаються найчастіше в липні і становлять  $26-28^{\circ}\text{C}$ . На Дністрі відмічена вертикальна зональність температури води. Термічний режим Дністра зумовлюється його великою глибиною, яка сягає 54 м. Це спричинює утворення термострибка, який звичайно формується на глибинах 18-25 м. За цих обставин вода у придонному шарі найбільше прогрівається у вересні - жовтні, коли на поверхні води її температура вже знижується. Середні дати початку стійких льодових явищ на Дністрі 16-25 листопада. Ранні терміни початку стійких льодових явищ випереджають середні на два-три тижні, а пізні - запізнюються на місяць і більше. Льодостав протягом зими часто порушується скресом під час відлиг. Стійким вважається льодостав тривалістю 20 і більше діб. Навесні льодовий покрив руйнується під впливом тепла і механічної дії води. Середні строки скресу - на початку березня [3].

Розглядаючи питання якісного стану води в Дністрі, слід згадати про результати українсько-молдавської експедиції, здійсненої у серпні-вересні 1995р. Дані експедиції показали значну мінливість гідрохімічних характеристик у просторі, так і у часі. Зокрема встановлено, що деякі показники змінюються вдвічі протягом однієї доби. Показано, що зростання забруднення річки в напрямку до її гирла не простежується.

Показником якісного стану води можуть бути і донні відклади. Вивчення вмісту важких металів здійснено автором для Дубосарського водосховища та найбільш глибокого оз. Криве, що розташовано в плавневому масиві. Зокрема, для поверхневого шару відкладів Дубосарського водосховища отримано такі характерні концентрації: кадмій – 1,5-1,8, кобальт – 10-15 мкг/г. Концентрація міді виявилася в зоні виклинювання меншою порівняно із зоною поблизу греблі.

Дещо вищим є концентрації важких металів у донних відкладах плавневого масиву. Водночас той факт, що концентрації є практично незмінними по глибині, свідчить про те, що вплив антропогенного фактора щодо забруднення важкими металами є порівняно невеликим.

### 1.3 Водний режим Дністра

Дністер відносять до річок змішаного живлення з переважанням дощового. Значні коливання зимових і літніх опадів зумовлюють своєрідний нестійкий гідрологічний режим. Характерні весняна повінь і осінні дощові паводки. Середня річна витрата води 330 м<sup>3</sup>/с, гідрологічний режим непостійний [21].

Повені та паводки - характерне явище для Дністра. Під час паводків формується 50-70% від річного стоку. Середні багаторічні коефіцієнти стоку річок коливаються від 0,17-0,23 (Подільська височина) до 0,4-0,7 (Передкарпаття і Карпати). Під час екстремальних паводків коефіцієнти стоку правобережних приток сягають 0,74-0,92.

Весняна повінь починається на Дністрі в лютому і закінчується в червні. Рівень води в річці піднімається на 3-4 м. Витрата води досягає 180-

260 м<sup>3</sup>/с. Дощові паводки бувають з середини липня до середини вересня, вони досить швидко наростають. За добу вода в річці піднімається в окремі роки на 3 м. Рівень води встановлюється на висоті до 5 м [22].

Льодостав на Дністрі короткий. В окремі зими його немає зовсім. Яскраво виражена сезонність у розподілі стоку, висока повторюваність паводків (5-12 впродовж року), приуроченість максимальних витрат до літнього періоду, інтенсивне підняття рівня води (0,5 - 1,5 м/добу і більше) і значно повільніше його спадання [22].

Характерне зменшення максимальних витрат та об'ємів весняного водопілля, збільшення витрат літньої та зимової межені. Як наслідок внутрішньорічний розподіл стоку річки став рівномірнішим. Модуль стоку сягає значних величин: 10-15 л/с з 1 км<sup>2</sup> - у приток високогір'я, на середньогірських ділянках - у середньому 5 л/с з 1 км<sup>2</sup>, змінюються від 2,7 - 6,5 л/с з 1 км<sup>2</sup> на лівобережжі до 10,0 - 35,5 л/с з 1 км<sup>2</sup> на правобережжі. Багаторічний шар стоку в середній частині басейну річки Дністер становить 300-700 мм.

В верхів'ях правобережних притоків р. Дністер його значення складають 800-1000 мм, на лівобережних притоках - шар стоку дорівнює 150-200 мм. Середні багаторічні коефіцієнти стоку річок коливаються від 0,17-0,23 (Подільська височина) до 0,4-0,7 (Передкарпаття і Карпати). Під час екстремальних паводків (1-5% забезпеченості) коефіцієнти стоку правобережних приток сягають 0,74-0,92 [23].

Повені та паводки - характерне явище для Дністра. Під час паводків формується 50-70% від річного стоку.

У 1986 році на відстані 677,7 км від гирла у верхній частині середнього Дністра був введений у дію Дністровський гідроенергетичний комплекс. Він

складається з дністровського гідровузла ГЕС-1 з Дністровським водосховищем довжиною 194 км, та повним об'ємом акумуляції 3 км<sup>3</sup>. Площа водного дзеркала становить 142 км<sup>2</sup>, а глибина варіює від 21 м до 54 м, ширина дорівнює 0,72 км. Корисний об'єм -2 км<sup>3</sup>. Створення водосховища було необхідним для забезпечення роботи ГЕС. З метою регулювання добових попусків води нижче його греблі побудоване буферне водосховище. ГЕС-1 є гідроелектростанцією із греблею вище 55 м. Вода скидається через греблю з нижніх водоносних горизонтів водосховища і має температуру нижчу ніж на поверхні. У 20 км нижче ГЕС-1 (вище села Наславча) була споруджена ще одна гребля з гідротехнічним устаткуванням та буферним водосховищем об'ємом у 70 млн.м<sup>3</sup>.

Буферне водосховище було призначене для зменшення негативного впливу функціонування ГЕС-1 на ділянки середньої та нижньої течії Дністра. У буферному водосховищі вода затримувалася, щоб прогрітися і насититися розчиненим киснем. Надалі вона скидалася у Дністер на територію Молдови з мінімальними перепадами рівнів води. У 90-ті роки минулого сторіччя у цій греблі було встановлено ще дві турбіни для отримання додаткової електроенергії. Фактично було створена нова ГЕС-2. Призначення буферного водосховища було змінено, і вода стала надходити у нижній б'єф з великими коливаннями рівня води у річці. На початку XXI сторіччя розпочалося відновлення будівництва гідроакумулюючої станції ГАЕС зі своєю акумулюючою водоймою, побудованою на правому карстовому березі річки Дністер [24]. Буферна водойма перетворена у технологічну водойму ГАЕС. Буферна водойма перетворена у технологічну водойму ГАЕС. У режимі закачування з буферного водосховища вода перекачується у акумулюючу зі швидкістю 220-240 м<sup>3</sup>/с. Таким чином, ГАЕС бере до себе надлишок

електроенергії, який виробляється атомними станціями у нічний час. Вдень ця вода скидається через турбіни у буферну водойму для вироблення електроенергії. В результаті зарегулювання Дністра у середній та нижній течіях практично зникли характерні для річки весняні паводки, які є необхідними для нормального функціонування річкової екосистеми і відтворення риби.

#### 1.4 Клімат

Кліматичні умови будь-якої території залежать від комплексу різноманітних передумов, що виникають як у самій географічній оболонці, так і за її межами. Класичний «набір» таких факторів включає: сонячну радіацію, близькість до морів та океанів (або віддалення від них) та пов'язаний з ними характер циркуляції атмосфери, вплив морських течій, висота місцевості над рівнем моря, особливості підстильної поверхні й ін. Кожен із згаданих факторів впливає на ті чи інші елементи клімату, а їх взаємодія зумовлює загальні кліматичні особливості території, що досліджується. Повною мірою всі ці фактори (за винятком впливу морських течій) проявляються і на території України.

Територія України поділяється на чотири великі кліматичні області: Північну, Південну, Середземноморську та Гірську [16]. Гирлова частина р. Дністер належить до Південної кліматичної області [24]. Тут переважає антициклональний тип погоди. Середні багаторічні температури січня коливаються від мінус 2 до мінус 7 °С, липня – у межах 21-30 °С, річні суми атмосферних опадів – від 300-450 мм [22].

Водозбір р. Дністер вміщує до себе такі агрокліматичні зони: Карпатські гори, Західний лісостеп, Центральний і Східний лісостеп, Північний степ і Південний степ.

Гирлова частина р. Дністер відноситься до Південного степу, де коефіцієнти зволоження дорівнюють 0,8-1,0. Число днів за рік, з середньодобовими температурами повітря понад 15 °С, становить 130-140 днів, а від 5 до 10 °С – 85-110 днів.

Клімат відіграє надзвичайно велику роль у гідрологічному режимі річок та водойм. Саме такі кліматичні параметри як опади та термічний режим, визначають основні гідрологічні характеристики – величину річкового стоку, його розподіл у часі, основні фази гідрологічного режиму.

Температурний режим, в основному, прямо пов'язується з перебігом радіаційних процесів, проте, ускладнюючись циркуляційними, теплообмінними та різноманітними місцевими факторами, температура повітря безперервно змінюється.

Вологість повітря характеризує наявність водяної пари у приземних шарах атмосфери. Вона залежить від багатьох чинників, насамперед, від температури повітря та атмосферного тиску. Розрізняють абсолютну та відносну вологість повітря.

Абсолютна вологість зростає з підвищенням температури повітря, а відтак її більші значення спостерігаються влітку та вдень, а менші – взимку і вночі. Відносна вологість характеризує стан насичення повітря вологою у відсотках від максимально можливого насичення при даній температурі. Вона зменшується з підвищенням температури і навпаки, тому найменші її значення спостерігаються вдень та влітку, і більш високі – вночі та взимку.



Середньорічний показник відносної вологості повітря в Україні становить 65-75 %, знижуючись влітку до 55-60 %. Відносна вологість, при її зниженнях до 30 % і менше, що особливо часто спостерігається влітку у степових районах, та при наявності вітру виступає індикатором можливого утворення суховіїв.

Взимку на території р. Дністер встановлюється постійний сніговий покрив. Сніг знижує температуру і підвищує вологість повітря та ґрунту, зменшує випромінювання з поверхні ґрунту і тим самим створює сприятливі умови для озимини.

Взимку та навесні сніг є важливим джерелом водопостачання поверхневих вод (річок, озер, боліт й ін.) та підземних водоносних горизонтів. Товщина снігового покриву в Карпатах становить 60-70 см, а у лісостеповій та степовій зонах – він неодноразово поновлюється, перериваючись глибокими відлигами [18].

### 1.5 Гідробіологічна характеристика

Агрофлора Дністра представлена 75 видами водоростей, з яких діатомові становлять 50%, зелені - 40%, синьо-зелені - 6%, евгленові - 2% від загальної кількості видів [11]. Протягом вегетаційного періоду основу фітопланктону формують діатомові (38 видів) і зелені (30 видів) водорості. Деяко бідніша видова різноманітність фітопланктону, порівняно з іншими ділянками Дністра, характерна для угруповань з околиць м. Новий Розділ, що пояснюється значним антропогенним навантаженням, зокрема скиданням стічних вод підприємств хімічної та нафтопереробної промисловості.

Сезонна динаміка фітопланктону безпосередньо залежить від складного комплексу гідрологічних і гідрохімічних умов водойми. В усі сезони досліджуваного періоду домінантною групою водоростей на Дністрі були зелені - із загальної чисельності фітопланктону (4530 тис. кл./л) понад 50% становить частка саме зелених водоростей. Улітку видова різноманітність водоростей зростала. Порівняно з весняним періодом, улітку чисельність фітопланктону знижувалася до 1369,6 тис. кл./л з біомасою 1140,0 мг/м<sup>3</sup>. Восени рівень розвитку фітопланктону у Дністрі (біля м. Новий Розділ) залишався ще достатньо високим. Униз за течією Дністра, у міру віддалення від джерел забруднення, а також надходження до нього вод великих правобережних приток (річок Стрий, Свіча, Лімниця) якісний і кількісний склад фітопланктону збагачується [14]. Так, на гідростворі м. Галич у весняний період виявлено 41 вид водоростей. На розвиток альгофлори Дністра значно впливають паводкові води, які транспортують значну кількість завислих речовин. З підвищенням мутності води кількість видів фітопланктону зменшувалася до 10, серед яких переважали діатомові. Їх чисельність становила 59,9 тис. кл./л за біомаси 105,0 мг/м<sup>3</sup>. Загалом, чисельність фітопланктону в літній період була дещо нижчою, ніж навесні й становила 1457,4 тис. кл./л з біомасою 1474,3 мг/м<sup>3</sup>. Восени видова різноманітність планктонних водоростей на створі біля м. Галич зменшилася до 36 видів, що, безперечно, пов'язане з низькою температурою води. Пересічно, за осінній сезон загальна чисельність фітопланктону становила 753,3 тис. кл./л з біомасою 652,0 мг/м<sup>3</sup>. Таким чином, фітопланктон Дністра характеризується бідним видовим складом і низьким кількісним розвитком і складається, переважно, з донних форм діатомових водоростей [1]. Основними екологічними факторами, які лімітують розвиток фітопланктону

у верхів'ї Дністра є низька температура води, висока швидкість течії, інтенсивна турбулентність, нестійкість гідрологічного режиму, що зумовлено випаданням атмосферних опадів. У сезонній динаміці фітопланктону виявлено два максимуми: весняний та літній. В Дністрі зоопланктон характеризується незначною видовою різноманітністю: всього було знайдено 18 видів (коловертки - 9, гіллястовусі та веслоногі ракоподібні 4 та 5 відповідно). Пізніше формується зріле угруповання, видова представленість основних груп зростає. За період досліджень (1984-1987 рр.) вчені відмітили близько 50 видів та форм. У водоймі та притоках визначено 64 таксона. Найбільш багато представлені коловертки - 35 видів, а також велігери дрейсени, вперше знайдені в середній течії Дністра.

Одним із найважливіших компонентів водного середовища, що визначає його екологічну якість, є наявність у воді органічних забруднень. Ступінь забруднення водних об'єктів органічними речовинами визначає їх сапробність. Одним з найбільш шкідливих проявів антропогенного впливу на водні екосистеми та гідросферу в цілому є хімічне забруднення, яке може призводити до отруєння водного середовища та його живого населення. Також дуже небезпечним є радіонуклідне забруднення гідробіоценозів, тому що воно має віддалені у часі наслідки, які проявляються через роки, століття.

## 2 ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ

### 2.1 Поняття оцінки екологічної обстановки

Оцінка екологічної обстановки дозволяє визначити екологічний стан водних об'єктів та визначити сукупний ефект впливу забруднювальних речовин.

Нормування якості головних компонентів природного середовища полягає у встановленні меж допустимих змін їх властивостей. Норми повинні встановлюватися по реакції самого чутливого організму-індикатора, але практично найбільш часто встановлюють санітарно-гігієнічні або економічно доцільні нормативи [5].

Якість природного середовища за рівнем забруднення вважається задовільною при дотриманні двох основних умов: концентрації індивідуальних забруднювальних речовин  $C_i$  повинні бути менше їх ГДК ( $C_i \leq \text{ГДК}_i$ ) та при наявності групи речовин односпрямованої дії, одночасно присутніх у водному середовищі, сума відношення їх концентрацій повинна бути менше одиниці ( $\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ГДК}_i} \leq 1$ ).

Ці умови для водних об'єктів визначаються виходячи з лімітуючих показників шкідливості (ЛПШ), які можуть бути: загально санітарними (ЗС); санітарно-токсикологічними (СТ); органолептичними (ОЛ) і токсикологічними (Т). У зіставленні зі значеннями ГДК, екологічну обстановку характеризують за ступенем неблагополуччя відповідно до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Класифікація екологічної обстановки [25]

Обстановка	Критерії оцінки обстановки
Відносно задовільна	$C_i \leq \text{ГДК}_i$ , для всіх речовин
Напружена	$C_i \approx 10 \text{ ГДК}_i$
Критична	$C_i \approx (20-30) \text{ ГДК}_i$
Кризова (надзвичайна екологічна ситуація)	$C_i > 50 \text{ ГДК}_i$ Стійкі негативні зміни в природному середовищі. Зникнення окремих видів тварин і рослинності. Загроза здоров'ю людини.
Катастрофічна (екологічне лихо)	Глибокі незворотні зміни в природному середовищі. Порушення рівноваги, деградація флори і фауни, втрата генофонду. Погіршення здоров'я людей.

## 2.2 Екологічні показники моніторингу та оцінка екологічної обстановки

На першому етапі розрахунків установлювалося відношення  $\frac{C_i}{C_{\text{ГДК}}}$ . Були визначені кількість випадків перевищення ГДК для кожної хімічної речовини (табл. 2.2, табл. 2.3), а також розраховані емпіричні ймовірності перевищення ГДК (табл.2.4, табл.2.5). Емпірична ймовірність перевищення ГДК розраховувалась як відношення кількості випадків, коли  $C_i > \text{ГДК}$ , до загального числа випадків [26]. Величини ГДК брались для питного водопостачання [27].

Таблиця 2.2 – Кількість випадків перевищення ГДК за 2008-2018 роки

Речовина	Ci ≤ ГДК	Ci > 1-10 ГДК	Ci ≈ 10 - 20 ГДК	Ci ≈ 20- 30 ГДК	Ci ≈ 30- 50 ГДК	Ci > 50 ГДК
Азот загальний, мг\дм <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0
БСК5, МгО\дм <sup>3</sup>	123	16	0	0	0	0
Завислі речовини, мг\дм <sup>3</sup>	0	139	0	0	0	108
Кисень розчинений МгО <sub>2</sub> \дм <sup>3</sup>	5	135	0	0	0	0
Сульфат-іони, мг\дм <sup>3</sup>	134	6	0	0	0	0
Хлорид-іони, мг\дм <sup>3</sup>	58	82	0	0	0	0
Амоній-іони, мг\дм <sup>3</sup>	139	1	0	0	0	0
Нітрат-іони, мг\дм <sup>3</sup>	136	4	0	0	0	0
Нітрит-іони, мг\дм <sup>3</sup>	139	1	0	0	0	0
Фосфат-іони (поліфосфати), мг\дм <sup>3</sup>	140	0	0	0	0	0
Синтетичні поверхнево- активні речовини (аніонні), мг\дм <sup>3</sup>	139	1	0	0	0	0
Перманганатна окислюваність, МгО\дм <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0
Хімічне споживання кисню, МгО\дм <sup>3</sup>	31	109	0	0	0	0

Таблиця 2.3 – Кількість випадків перевищення ГДК за 1967-2018 роки  
(дані з лабораторії моніторингу вод та ґрунтів Одеського ОВР)

Речовина	$C_i \leq \text{ГДК}$	$C_i > 1-10$ ГДК	$C_i \approx 10 -$ 20 ГДК	$C_i \approx 20-$ 30 ГДК	$C_i \approx 30-$ 50 ГДК	$C_i >$ 50ГДК
Кальцій-іони, мг/дм <sup>3</sup>	57	57	0	0	0	0
БСК5, МгО/дм <sup>3</sup>	68	68	0	0	0	0
Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	321	37	37	28	71	185
Кисень розчинений МгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	405	405	0	0	0	0
Сульфат-іони, мг/дм <sup>3</sup>	52	52	0	0	0	0
Хлорид-іони, мг/дм <sup>3</sup>	69	69	0	0	0	0
Амоній-іони, мг/дм <sup>3</sup>	68	68	0	0	0	0
Натрій-іони, мг/дм <sup>3</sup>	15	15	0	0	0	0
Нітрит-іони, мг/дм <sup>3</sup>	9	9	0	0	0	0
Магній-іони, мг/дм <sup>3</sup>	3	3	0	0	0	0
Калій-іони мг/дм <sup>3</sup>	2	2	0	0	0	0
Залізо загальне, мгО/дм <sup>3</sup>	74	74	0	0	0	0
Хімічне споживання кисню, мгО/дм <sup>3</sup>	62	62	0	0	0	0

Таблиця 2.4 Відносна частота випадків перевищення ГДК (%) за 2008-2018 роки

Речовина	Емпірична ймовірність (відносна частота) появи випадків із перевищенням ГДК, %	
	Сі > ГДК	Сі > 50ГДК
Азот загальний, мг\дм <sup>3</sup>	0	0
БСК5, МгО\дм <sup>3</sup>	11	0
Завислі речовини, мг\дм <sup>3</sup>	99	77
Кисень розчинений МгО <sub>2</sub> \дм <sup>3</sup>	96	0
Сульфат-іони, мг\дм <sup>3</sup>	4	0
Хлорид-іони, мг\дм <sup>3</sup>	59	0
Амоній-іони, мг\дм <sup>3</sup>	1	0
Нітрат-іони, мг\дм <sup>3</sup>	3	0
Нітрит-іони, мг\дм <sup>3</sup>	1	0
Фосфат-іони (поліфосфати), мг\дм <sup>3</sup>	0	0
Синтетичні поверхнево-активні речовини (аніонні), мг\дм <sup>3</sup>	1	0
Перманганатна окислюваність, мгО\дм <sup>3</sup>	0	0
Хімічне споживання кисню, мгО\дм <sup>3</sup>	0	0



Таблиця 2.5 Відносна частота випадків перевищення ГДК (%) за 1967-2018 роки

(дані з лабораторії моніторингу вод та ґрунтів Одеського ОВР)

Речовина	Емпірична ймовірність (відносна частота) появи випадків із перевищенням ГДК, %	
	Сі > ГДК	Сі > 50ГДК
Кальцій-іони, мг\дм <sup>3</sup>	12	0
БСК <sub>5</sub> , МгО\дм <sup>3</sup>	13	0
Завислі речовини, мг\дм <sup>3</sup>	67	39
Кисень розчинений МгО <sub>2</sub> \дм <sup>3</sup>	84	0
Сульфат-іони, мг\дм <sup>3</sup>	11	0
Хлорид-іони, мг\дм <sup>3</sup>	14	0
Амоній-іони, мг\дм <sup>3</sup>	14	0
Натрій-іони, мг\дм <sup>3</sup>	3	0
Нітрит-іони, мг\дм <sup>3</sup>	2	0
Магній-іони, мг\дм <sup>3</sup>	1	0
Калій-іони мг\дм <sup>3</sup>	0	0
Залізо загальне, МгО\дм <sup>3</sup>	15	0
Хімічне споживання кисню, МгО\дм <sup>3</sup>	13	0

Отримано, що в створі Дністер - смт. Біляївка перевищення за даними ДАВР про хімічний склад води за період 2008-2018 рр. ГДК мають місце для БСК<sub>5</sub>, завислих речовин, сульфатів, хлоридів, амонію, нітрит-іонів, нітрат-іонів, фосфат-іонів, ХСК, СПАР, за даними з лабораторії моніторингу вод та ґрунтів Одеського ОВР за 1967-2018 роки перевищення спостерігається для БСК<sub>5</sub>, завислих речовин, сульфатів, хлоридів, амонію, нітрит-іонів, калій-іонів, натрій-іонів, магній-іонів, кальцій-іонів та розчиненого кисню.

Умови  $C_i > 10$  ГДК,  $C_i > 20-30$  ГДК,  $C_i \cong 30 - 40$  ГДК,  $C_i > 50$  ГДК виконується тільки для завислих речовин за всіма даними. Якщо не брати до уваги завислі речовини, то можна сказати, що екологічна обстановка у створі Дністер - смт Біляївка за даними з лабораторії моніторингу вод та ґрунтів Одеського ОВР за 1967-2018 роки та даними ДАВР про хімічний склад води за період 2008-2018 рр. є «відносно задовільною».

Емпірична ймовірність перевищення ГДК питного водопостачання більш ніж 50 % установлена лише для завислих речовин і становить 77 % (табл. 2.4, табл. 2.5).

Це означає, що при урахуванні завислих речовин за класифікацією екологічної обстановки згідно з (табл.2.1 та табл. 2.2) у створі Дністер – смт. Біляївка спостерігається «кризова (надзвичайна)» екологічна ситуація.

## 3 ОЦІНКА РИЗИКІВ

### 3.1 Загальне значення екологічного ризику

Небезпека – це ситуація, здатна в певних умовах призвести до виникнення небезпечних факторів, під впливом яких можуть наступати несприятливі події і процеси (природні катастрофи або стихійні лиха, аварії, економічні або соціальні кризи, тощо), тобто виявляється негативний вплив на природні об'єкти і населення. Небезпека – це здатність заподіяти якоїсь шкоди, загрози життю і здоров'ю людини іншим його цінностям [28].

Джерела екологічної небезпеки – це забруднені природні об'єкти із зміненими фізико-хімічними характеристиками і властивостями (внаслідок природних явищ та стихійних лих; техногенних аварій і катастроф, тривалої господарської діяльності), здатні привести до виникнення факторів небезпеки. Джерела техногенної небезпеки – це підприємства, які здійснюють підвищену небезпечну діяльність [19].

Ризик екологічний – ймовірність настання події, яка викликана негативним впливом господарської та іншої діяльності, надзвичайними ситуаціями природного та техногенного характеру та має несприятливі наслідки для природного середовища.

Ризикова подія визначається як небажана подія, яка може задати шкоди природному середовищу, здоров'ю людини [5]. Будь-які господарські чи інші рішення слід приймати з таким розрахунком, щоб не перевищувати межі шкідливого впливу на навколишнє середовище. Встановити їх іноді складно, бо пороги впливу багатьох антропогенних і природних чинників невідомі.

Стратегія управління екологічним ризиком може ґрунтуватися на виборі рівня ризику в межах від допустимого до максимального.

Допустимий ризик в екології характеризує загрозу виникнення екологічних збитків, коли концентрації забруднювальних речовин не перевищують ГДК (гранично допустиму концентрацію). Максимальний ризик виникає тоді, коли концентрація забруднювальної речовини перевищує гранично допустиме значення. За межами максимально допустимого ризику настає загроза катастрофічного забруднення. Ризик страховий – подія або сукупність ризикових подій, на випадок настання яких проводиться страхування.

Ризики в природокористуванні оцінюються через ймовірність появи несприятливих для експлуатації природних ресурсів наслідків. У такому разі до кількісних оцінок ризикових подій можна залучити відношення між концентрацією речовини та її ГДК:  $C/ГДК$  або  $C/С_{ГДК}$ .

Шкала експертного якісного і кількісного оцінювання рівня ризиків  $R$  може бути складена, виходячи з широко використовуваних в сучасній науці і техніці числових градацій відповідно до числа Міллера, рівних  $7 \pm 2$  [29]. В цій методиці використовується семантична диференціація шкал у вигляді наступних рівнів якості води : «дуже чисті – чисті – помірно забруднені – забруднені - брудні – дуже брудні – надзвичайно брудні».

Ідентифікація ризиків забруднень пов'язується з діяльністю, спрямованою на виявлення можливості прояву несприятливих подій, зміни якості водного середовища, які погіршують функціональні можливості водного об'єкта та інших наслідків, здатних привести до будь-яких збитків, втрат.

Достатньою підставою для визначення факту існування ризику є подання двох умов:

а) ймовірність появи ризикових подій;

б) сприйнятливість об'єкта до зовнішнього впливу (можливість отримання відчутного збитку).

При вирішенні задач оцінки ризиків розраховуються показники  $R$ , які базуються на визначенні співвідношення концентрацій забруднювальної речовини та її ГДК

$$R \cong C > C_{ГДК} , \quad (3.1)$$

$$R = \frac{C}{C_{ГДК}} > 1, \quad (3.2)$$

$$R \approx \frac{C_{ГДК}^i}{C} < 1, \quad (3.3)$$

$$R \approx \frac{C_{ГДК}^i}{C_i} > 1, \quad (3.4)$$

де  $C_i$  – рівень концентрації  $i$ -ї забруднювальної речовини;

$R$  – кількісний показник ризику;

$C$  – концентрація речовини;

$C_{ГДК}^i$  – гранично допустима концентрація для  $i$ -ї забруднювальної речовини.

Беручи до уваги, що кожна речовина ( $i$ ), яка може забруднити воду, має свій показник гранично допустимої концентрації (ГДК $_i$ ). Останній призначається в залежності від виду водокористувача [30, 31]. При ідентифікації ризиків екологічних збитків і збитків здоров'ю людини в разі забруднення середовища декількома незалежними хімічними речовинами може бути використаний нормований агрегований (сумарний) індекси забруднення у вигляді:

$$\bar{R} = \sum_{i=1}^n \frac{C_{ГДК}}{C_i} > 1, \quad (3.6)$$

де  $n$  – кількість розглянутих хімічних речовин.

З урахуванням ймовірності настання ризикової події показник ризику набуває вигляду:

$$\bar{R} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{ГДК}} \cdot \frac{N_{ai}}{N} > 1, \quad (3.7)$$

де  $C_i$  – концентрація  $i$ -тої забруднювальної речовини в пробі;

$C_{ГДК}$  – гранично допустима концентрація;

$N_{ai}$  – число проб з показником, які перевищують ГДК;

$N$  – загальне число відібраних проб.

Ідентифікація ризиків при забрудненні водних об'єктів може здійснюватися шляхом нормування якості води за наступними семантичними показниками: бали – запах, смак – присмак, градус Pt – Со – шкали – кольоровість води; метри – прозорість води у водоймі; водневий показник, одиниці рН- основний гідрохімічний показник якості води; процентний вміст - насичення води киснем.

При підготовці управлінських рішень, пов'язаних з ризиковими подіями, необхідна якісна і кількісна оцінка можливих ризикових ситуацій. Якісна оцінка дозволяє оцінити можливі зони ризику за такими критеріями:

прийнятність – виявлення прийнятності ризику;

допустимість – виявлення допустимого ризику;

критичність – виявлення зони критичного ризику;

неприпустимість – виявлення зони катастрофічного ризику.

У цій методиці аксіоматичним є допущення, ще більшість результатів господарської діяльності, в тому числі й ті, які зумовлюють забруднення навколишнього середовища (зокрема, водного середовища), являють собою випадкові величини і підкоряються закону, близькому до нормального (закону Гаусса). Нормальний закон розподілу випадкової величини дуже часто використовується при вивченні показників ризику.

Перевірка відповідності досліджуваної випадкової величини  $R$  на підпорядкованість її нормальному закону розподілу виконувалась наступним чином.

На першому етапі використовується критерій Гаусса [26]:

$$\frac{\sigma_R}{\rho_R} = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \approx 1,25, \quad (3.8)$$

де  $\sigma_R$  – середнє квадратичне відхилення показника ризику  $R_i$  від його середнього арифметичного значення ( $R_{сер}$ )

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{\sum_1^k (R_i - R_{сер})^2}{k-1}}, \quad (3.9)$$

$\rho_R$  – середнє арифметичне відхилення виду

$$\rho_R = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k |R_i - R_{сер}|, \quad (3.10)$$

де  $k$  – довжина ряду значень  $R$ , які осереднювались

$$R_{сер} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k R_i \quad (3.11)$$

Отримані результати записані в таблиці 3.1 та таблиці 3.2

Таблиця 3.1 Статистичні параметри ряду показника ризиків R  
(за даними ДАВР про хімічний склад води у створі Дністер – Біляївка)

Середнє арифметичне значення $R_{сер}$	Середнє квадратичне відхилення $\sigma_R$	Критерій Гаусса
87,2	30,11	1,25

Таблиця 3.2 Статистичні параметри ряду показника ризиків R  
(за даними з лабораторії моніторингу вод та ґрунтів Одеського ОВР)

Середнє арифметичне значення $R_{сер}$	Середнє квадратичне відхилення $\sigma_R$	Критерій Гаусса
0,21	0,20	1,20

За результатами розрахунків зроблений висновок, що отримані ряди R за двома групами даних підпорядковуються нормальному закону розподілу.

### 3.2 Розрахунок стандартного та модифікованого індексу забруднення води

Поряд із величиною R розраховувався індекс забруднення води ІЗВ, який у стандартному вигляді визначається за шістьма показниками ( $NH_4^+$ ,  $NO_2^-$ , НП,  $C_6H_5OH$ ,  $O_2$ , БСК<sub>5</sub> згідно з такою формулою [28]:



$$ІЗВ = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (3.12)$$

де  $C_i$  – концентрація розглянутої речовини;

$ГДК_i$  – гранично допустима концентрація.

Модифікований індекс ІЗВ розраховується за такими шістьма показниками:  $O_2$ , БСК<sub>5</sub>, які є обов'язковими, а інші чотири показники за найбільшим відношенням до ГДК із списку.

Для розрахунків показника ризику за формулою (3.7) необхідно знати величини  $N$  та  $N_a$ . З цією метою для кожного року спостережень для кожної речовини розраховувалося відношення  $\frac{N_a}{N}$ . Якщо  $N_a = 0$ , то для відповідного  $C_i$  добуток  $\frac{C_i}{ГДК} \cdot \frac{N_a}{N}$  також буде рівним нулю. В результаті розрахунків був отриманий для кожного року показник ризику  $R$  (табл. 3.3, табл. 3.4) та модифікований індекс забруднення ІЗВ (табл.3.5, табл. 3.6).

Таблиця 3.3 Показник ризику  $R$  для періоду 2008-2018 рр. у створі  
Дністер - смт. Біляївка

Роки	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
$R$	124,5	116,9	115,9	76,15	116,9	102,3	73,6	87,4	54,7	47,7	43,2

Таблиця 3.4 Показник ризику  $R$  для періоду 1967-2018 рр. у створі  
Дністер - смт. Біляївка

Роки	$R$	Роки	$R$
1967-1968	Дані відсутні	1988	0,10
1969	0,09	1989 – 2003	Дані відсутні

## Продовження таблиці 3.4

1970	0,11	2003	0,19
1971	0,06	2004	0,00
1972	0,00	2005	0,02
1973	0,00	2006	0,01
1974 - 1975	Дані відсутні	2007	0,24
1976	0,00	2008	0,37
1977	0,50	2009	0,22
1978	0,47	2010	0,19
1979	0,31	2011	0,22
1980	Дані відсутні	2012	0,43
1981	0,10	2013	0,28
1982	0,34	2014	0,05
1983	0,33	2015	0,01
1984	0,55	2016	0,04
1985	0,70	2017	0,03
1986	0,63	2018	0,14
1987	0,08		

Таблиця 3.5 – Модифікований індекс якості ІЗВ , розрахований за період 2008-2018 рр. у створі Дністер - смт. Біляївка

Роки	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ІЗВ	21,1	18,9	19,8	13,0	14,8	9,5	12,6	11,2	9,2	8,1	5,7

Слід зазначити, що без урахування завислих речовин розраховані значення ІЗВ були б значно меншими. В даному випадку, щоб урахувати внесок завислих речовин розрахунки ІЗВ відбувалися за такими показниками: хлориди, СПАР, нітрати та завислі речовини (табл.3.5).

Таблиця 3.6 – Модифікований ІЗВ , розрахований за період 1967-2018 рр. у створі Дністер - смт. Біляївка

Роки	ІЗВ	Роки	ІЗВ
1967 1968	Дані відсутні	1988	0,74
1969	0,56	1989 – 2003	Дані відсутні
1970	0,72	2003	0,65
1971	0,74	2004	0,46
1972	0,62	2005	0,53
1973	0,49	2006	0,59
1974 - 1975	Дані відсутні	2007	0,72
1976	0,44	2008	0,74
1977	0,81	2009	0,7
1978	0,97	2010	0,85
1979	0,82	2011	0,89
1980	Дані відсутні	2012	0,91
1981	0,98	2013	0,86
1982	0,53	2014	0,66
1983	0,7	2015	0,66
1984	0,89	2016	0,63
1985	1,08	2017	0,62
1986	0,99	2018	0,67
1987	0,73		

За даними з лабораторії моніторингу вод та ґрунтів Одеського ОВР за 1967-2018 роки модифікований ІЗВ розраховувався за такими показниками: БСК<sub>5</sub>, хлоридів, амонію, нітрит-іонів, заліза загального та розчиненого кисню (табл.3.6).

Побудова графіків зв'язку показників ризику **R** з модифікованим ІЗВ та отримання рівняння лінійної регресії (рис.3.1 та рис.3.2), показали, що між характеристикою ризику та характеристикою якості води існує тісний лінійний зв'язок, який оцінюється коефіцієнтами кореляції  $r = 86$  (рис.3.1, та  $r = 74$  (рис.3.2).

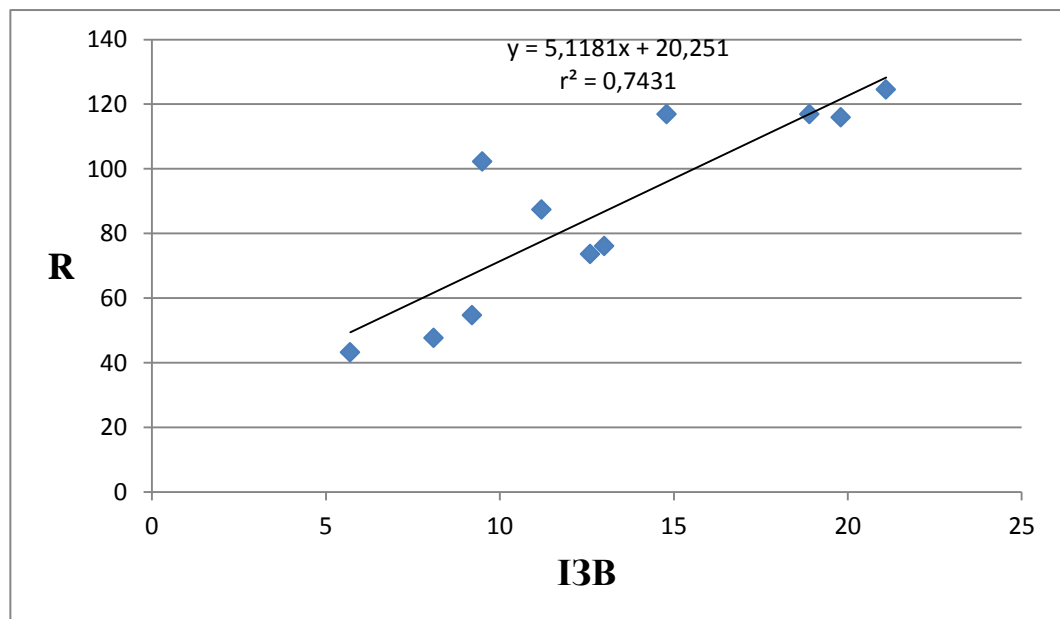


Рисунок 3.1 - Графік зв'язку **R** з модифікованим ІЗВ за період 2008-2018 рр. у створі Дністер - смт. Біляївка

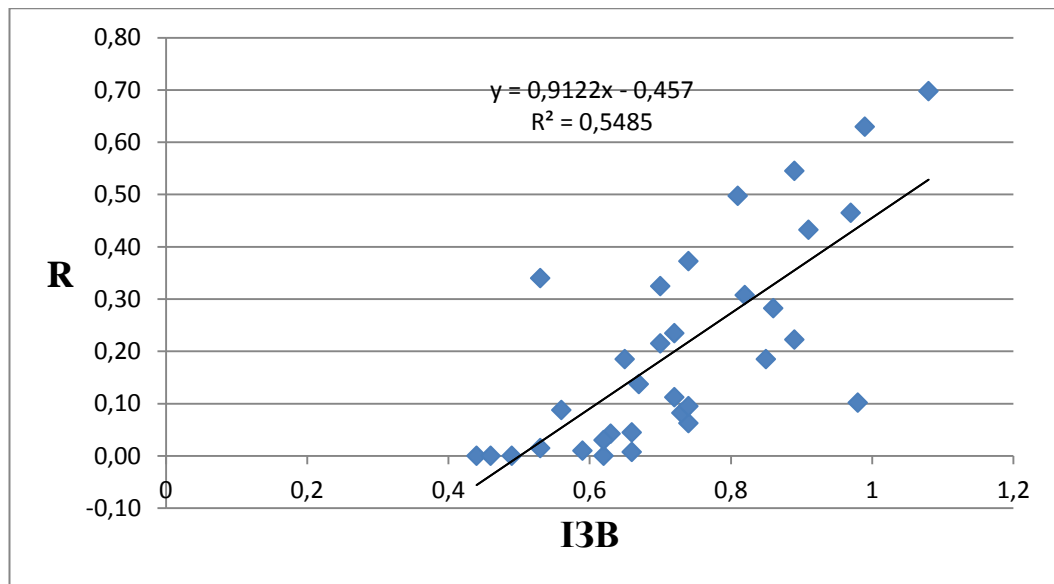


Рисунок 3.2 - Графік зв'язку R з модифікованим ІЗВ за період 1967-2018 рр.  
у створі Дністер - смт. Біляївка

З цих графіків витікає, що чим більше значення ІЗВ, тим більше значення R. Інакше кажучи, із зростанням забруднення зростає показник ризику R.

За таблицею класу якості вод в залежності від значення індексу ІЗВ (табл.3.7) та за отриманим графіку зв'язку ІЗВ й R була встановлена відповідність класів якості води та якісних і кількісних характеристик рівня збитку (табл. 3.8, табл. 3.9).

Таблиця 3.7 – Класи якості вод в залежності від величини індексу забруднення води [28]

Води	Значення ІЗВ	Класи якості вод
Дуже чисті	до 0,2	I
Чисті	0,2-1,0	II

Помірно забруднені	1,0-2,0	III
Забруднені	2,0-4,0	IV
Брудні	4,0-6,0	V
Дуже брудні	6,0-10,0	VI
Надзвичайно брудні	>10,0	VII

Таблиця 3.8 – Кількісні характеристики ймовірності збитку  
(за даними ДАВР про хімічний склад води у створі Дністер – Біляївка)

ІЗВ	R	Клас якості вод	Якісна характеристика рівня збитку	Кількісна характеристика ймовірності збитку	Зона ризику
до 0,2	<21	Дуже чисті, I	Надзвичайно низький	0-0,1	Немає ризику
0,2-1	21-25	Чисті, II	Дуже низький	0,1-0,25	Зона прийнятного ризику
1-2	25-30	Помірно забрудненні, III	Низький	0,25-0,40	Зона допустимого ризику
2-4	30-40	Забрудненні, IV	Середній	0,40-0,60	Зона критичного ризику
4-6	40-50	Брудні, V	Високий	0,60-0,75	Зона критичного ризику
6-10	50-80	Дуже брудні, VI	Дуже високий	0,75-0,9	Зона катастрофічного (неприпустимого) ризику
>10	>80	Надзвичайно забруднені, VII	Надзвичайно високий	0,9-1,00	Зона незворотності втрати якості об'єкта

Таблиця 3.9 – Кількісні характеристики ймовірності збитку  
(за даними з лабораторії моніторингу вод та ґрунтів Одеського ОВР)

ІЗВ	R	Клас якості вод	Якісна характеристика рівня збитку	Кількісна характеристика ймовірності збитку	Зона ризику
до 0,2	0	Дуже чисті, I	Надзвичайно низький	0-0,1	Немає ризику
0,2-1	0-0,45	Чисті, II	Дуже низький	0,1-0,25	Зона прийняттого ризику
1-2	>0,45-1,37	Помірно забрудненні, III	Низький	0,25-0,40	Зона допустимого ризику
2-4	>1,37-3,19	Забрудненні, IV	Середній	0,40-0,60	Зона критичного ризику
4-6	>3,19-5,02	Брудні, V	Високий	0,60-0,75	Зона критичного ризику
6-10	5,02-8,66	Дуже брудні, VI	Дуже високий	0,75-0,9	Зона катастрофічного (неприпустимого) ризику
>10	>8,66	Надзвичайно забруднені, VII	Надзвичайно високий	0,9-1,00	Зона незворотності втрати якості об'єкта

За даними про R була побудована емпірична крива розподілу забезпеченостей цієї випадкової величини. Забезпеченість є ймовірністю перевищення заданої величини, вона розраховується за наступною формулою

$$P = \frac{m}{k+1}, \quad (3.13)$$

де  $P$  - забезпеченість;

$m$  – значення  $R$  в убутному ранжованому ряду;

$k$  – кількість значень у ряді.

На отриманих емпіричних кривих виділені різні зони ризику(рис. 3.2, рис 3.3). Таким чином, у повсякденній практиці можна визначати зони ризику в залежності від значення, яке прийняла величина  $R$ , визначена за даними гідрохімічних спостережень.

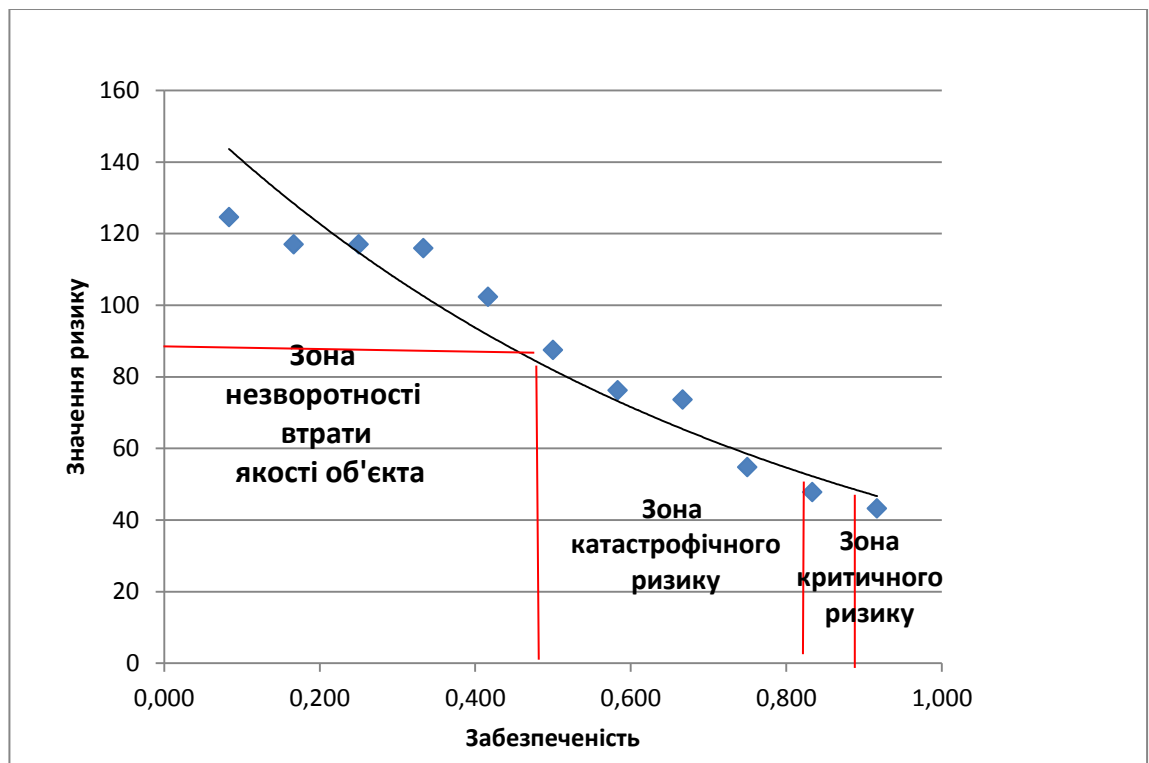


Рис. 3.2 – Емпірична крива розподілу забезпеченостей показника ризику  $R$  та виділені зони ризику (для першої групи даних)



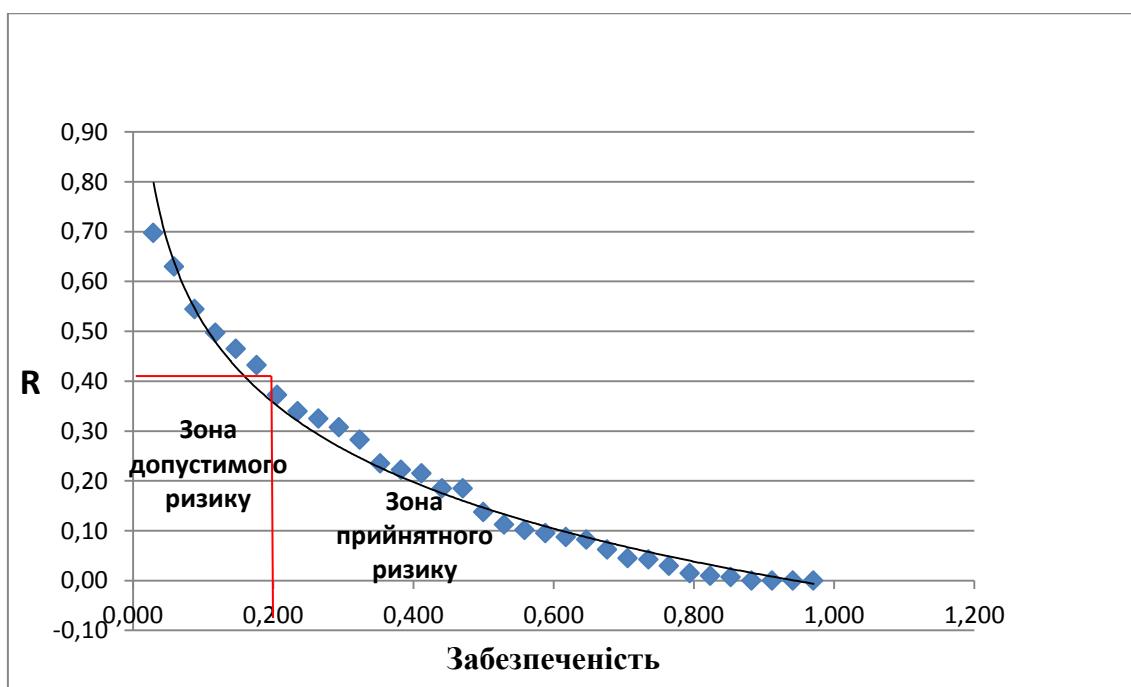


Рис. 3.3 – Емпірична крива розподілу забезпеченостей показника ризику R та виділені зони ризику (для другої групи даних)

## ВИСНОВКИ

Розрахунки виконані базі даних ДАВР про хімічний склад води у створі Дністер - Біляївка за період 2008-2018 рр. та даних з лабораторії моніторингу вод та ґрунтів Одеського ОВР за 1967-2018 роки.

Для першої групи даних основними забруднювальними речовинами є БСК<sub>5</sub>, завислі речовини, нітрати, хлориди, СПАР та кисень: для другої групи - БСК<sub>5</sub>, хлориди, амоній, нітрит-іонів, залізо та кисень.

На жаль для двох груп дані спостережень за такими показниками як: нафтопродукти, мідь, манган, нікель, алюміній та калій були відсутні.

Установлено, що для першої групи емпірична ймовірність перевищення ГДК питного водоспоживання концентраціями забруднювальних для завислих речовин становить 99 %, для хлорид-іонів – 59 %, для БСК<sub>5</sub> – 11 %, для сульфат-іонів – 4%, СПАР – 1%; для другої - БСК<sub>5</sub> – 13 %, хлорид-іонів – 14 %, амоній-іонів – 14 %, нітрит-іонів – 13 %, залізо – 15 % .

Оцінка екологічної обстановки виконувалась за частотою попадання у різні інтервали перевищення ГДК. Виявлено, що для першої групи для більшості хімічних речовин екологічна обстановка є «задовільною». Лише за даними про вміст хлору та ХСК екологічна обстановка ідентифікована як «напружена» і за даними про завислі речовини- «катастрофічна». Розрахунки виконані для другої групи показали, що екологічна обстановка за всіма показниками є «задовільною».

Оцінка якості води по першій групі за немодифікованим ІЗВ показала, що клас якості води «II – чисті». При використанні модифікованого ІЗВ, до якого включені завислі речовини, отримано, що клас якості води оцінується як «VII – надзвичайно брудні».

Оцінка якості води по другій групі за немодифікованим та модифікованим ІЗВ показала, що клас якості води «II – чисті».

Для обох груп були розраховані нормовані агреговані індекси забруднення і з урахуванням ймовірності настання ризикової події визначені показники ризику  $R$  по роках.

За допомогою критерію Гаусса підтверджено, що розрахований показник ризику  $R$  підкорюється нормальному закону розподілу.

Установлене існування тісного лінійного зв'язку між ІЗВ та  $R$ . Показано, що показник  $R$  зростає із збільшенням ІЗВ. Тіснота зв'язку, яка характеризується коефіцієнтом кореляції, збільшується із зростанням показника  $R$ .

Установлена відповідність семантичної диференціації шкали якості води якісним і кількісним характеристиками рівня збитку при використанні показника ризику  $R$ .

На базі побудови емпіричної кривої розподілу показників ризику  $R$  установлені зони ризику. Отримана крива може бути використаною для визначення зони ризику в залежності від значення показника екологічного ризику  $R$ .

Для першої групи, де  $R$  змінюється від 40 до 120, на кривій забезпеченості виділені зони: «критичного ризику» ІЗВ 2-4, «катастрофічного ризику» ІЗВ 6-10 та «зона незворотності втрати якості об'єкта» ІЗВ >10. Для другої групи отримані такі результати: де  $R$  змінюється від 0,45 до 8,66 були виділені лише «зона прийняттого ризику» (ІЗВ змінюється у межах 0,2-1) та «зона допустимого ризику» (ІЗВ 1-2).

Показано, що оцінки екологічних ризиків, розрахунки яких базуються на ймовірностях перевищення концентрацій забруднювальних речовин над ГДК, добре відображають екологічний стан води.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гриб, О. М. (2018) Антропогенний вплив на водні екосистеми: конспект лекцій. Одеський державний екологічний університет, м. Одеса, Україна. (Неопублікований)
2. Романчук М.Є., Ткач К.С., Поліщук А.А. Оцінка якості води р.Дністер – водозабір за гідрохімічними показниками на протязі 1998-2012рр. та особливості змін біогенних речовин за характерні по водності роки // Вісник Одеського державного екологічного університету. № 19, 2015. – с. 1-6.
3. Хільчевський В.К. Основи гідрохімії / В.К. Хільчевський, В.І. Осадчий, С.М. Курило // підручник – К.: Ніка-Центр, 2012. – 312 с.
4. Директива 200/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради «Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики» від 23 жовтня 200 р. (Водна рамкова директива ЄС).
5. Оцінка ризиків для здоров'я людини та навколишнього середовища від джерел забруднення ґрунту та вод [Звіт – 1, Інвентпризація, оцінка та зменшення впливу антропогенних джерел забруднення в Нижньодунайському регіоні України, Румунії, Республіці Молдови, 2007-2013” (MIS ETC CODE 995)]. під ред. Буркинського Б.В., Рубеля О.Є. – НАН України, ін-т пробл. та екон-екол. Дослідж. – Одеса, 2016 – 84с.
6. Стан і якість природного середовища прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я: монографія за ред. Т.А. Сафранова, А.В. Чугай. – Харків: ФОП Панов А.М., 2017. – 298с.
7. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. Підручник- К.: Ніка-Центр, 2001. – 264 с.
8. Музалевский А. А., Карлин Л. Н. Экологические риски: теория и практика. – СПб.: РГГМУ, ВВМ, 2011. – 448 с.

9. Електронний ресурс. Режим доступу: Open Acces Environment <http://openenvironment.org.ua/water/#>

10. Зубкова Е.И., Багрин Н.И., Билецки Л.Н., Тромбицкий И.Д.Ю Зубкова Н.Н., Тихоненкова Л.А. Оценка воздействия энергетики на водне екосистеми басейна реки Днестр // Интегрированное управление трансграничным бассейном Днестра: платформа для сотрудничества и современные вызовы. Материалы международной конференции 2017; Тирасполь, 26-27 октября 2017 года/ Есо-Tiras,2017( Тирогр. “Elan hjligraf”). – с. 134-138.

11. Річки і водойми України. Стан і використання / Віктор Іванович Вишневський . – Київ : Віпол, 2000 . – 376 с.

12. Губанов В.В., Степанок Н.А. Влияние экологических попусков из Днестровского водохранилища 2010-2017 годов на обводнение дельты Днестра // Интегрированное управление трансграничным бассейном Днестра: платформа для сотрудничества и современные вызовы. Материалы международной конференции 2017; Тирасполь, 26-27 октября 2017 года/ Есо-Tiras,2017( Тирогр. “Elan hjligraf”). –с. 81-84.

13. Белов В.В., Гриб О.М., Килимник О.М. Сучасний гідроекологічний стан гирлово-плавневої системи річки Дністер та перспективи його поліпшення // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. – 2010. – Т. 18. – С. 180-186.

14. Швєбс Г.И. Каталог річок і водойм України: Навчально-довідковий посібник / Г.И. Швєбс, М.І. Ігошин. – Одеса: Астропринт, 2003. – 390 с.

15. Звіт про науково-дослідну роботу Оцінка водообміну в системі русло-заплава-лиман для розробки рекомендацій щодо заходів екологічного оздоровлення гирлової ділянки річки Дністер за рахунок змінно-нагінних явищ та біомеліоративних функцій плавнів. Одеса. – 2011. -203с.

16. Вишневський В.І., Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України. – К.: Ніка-Центр, 2003. – 324 с.

17. Хільчевський В.К., Гончар О.М., Забокрицька М.Р., Кравчинський Р.Л., Сташук В.А., Чунар'єв О.В. Гідрохімічний режим та якість

поверхневих вод басейну Дністра на території України. – Київ. Ніка-Центр, 2013. – 256 с.

18. Ковальчук І.П., Курганевич Л.П. Гідроекологічний моніторинг: Навчальний посібник. – Львів: Видавничий центр Львівського національного університету імені Івана Франка, 2010. – 315 с

19. Лобода Н.С., Отченаш Н.Д. Підземні води, їх забруднення та вплив на навколишнє середовище: навчальний посібник. Х.: ФОП Панов А.М., 2017. 200с.

20. Шекк П.В. Изменение ихтиофауны устьевой зоны Днестра и Днестровского лимана в условиях усиливающегося антропогенного воздействия // Причерноморский экологический бюллетень. – 2005. - № 3-4. – С.157-170.

21. Sukhodolov, A. N., Loboda, N. S., Katolikov, V. M., Arnaut, N. A., Bekh, V. V., Usatii, M. A., Kudersky, L. A., Skakalsky, B. G. (2009) Western Steppic Rivers. In: Rivers of Europe / Edited by Klement Tockner, Urs Uehlinger, Christopher T. Robinson. Chapter 13 . Academic Press, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, с. 497-523. ISBN 978-012369449-2

22. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України: Довідковий посібник. – К., 2001. – 392 с.

23. Русев І.Т. Дельта Дністра. Історія природокористування, екологічні основи моніторингу, охорони і менеджменту водно-болотних угідь. – Одеса: Астропринт, 2003. – 768 с.

24. Русев И.Т. Сохранение современных и восстановление нарушенных экосистем Нижнего Днестра как мера адаптации к климатическим изменениям //Трансграничное сотрудничество в адаптации бассейна Днестра к изменению климата. –Кишинев:Есо-TIRAS/ - 2011. -С.127-154.

25. Prypecь // Słownik geograficzny Królestwa Polskiego i innych krajów słowiańskich. — Warszawa : Filip Sulimierski i Władysław Walewski, 1888. — Т. IX : Pożajście — Ruksze.

26. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: Учеб. для вузов. — 6-е изд. стер. — М.: Высш. шк., 1999.— 576 с.

27. ДСТУ 4808:2007. «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги до якості води і правила вибору

28 Юрасов С.М., Сафранов Т.А., Чугай А.В. Оцінка якості природних вод: Навчальний посібник. – Одеса: 2011 – 168 с.

29. Cardona O.D. The need for rethinking the concept of vulnerability and risk from a holistic perspective / O.D Cardona – London: Earthscan, 2004.-234 p.

30. Державні санітарні норми та правила. «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»: ДсанПіН 2.2.4-171-10. К., 2010. 36 с.

31. Джерела централізованого водопостачання. «Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання»: ДСТУ 4808:2007. К.: Держспоживстандарт України, 2007. 36 с