

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської
підготовки
Кафедра гідроекології
та водних досліджень

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему: Екологічна оцінка якості води р. Сугоклія в сучасний період

Виконав студент групи МЕГ-19
спеціальності 101 «Екологія»
Павленко Владислав
Валентинович

Керівник ст.викл.
Яров Ярослав Сергійович

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

Рецензент к.геогр.н., доц.
кафедри океанології та морського
природокористування ОДЕКУ
Монюшко Марина Михайлівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Магістерської підготовки
Кафедра гідроекології та водних досліджень
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 101 «Екологія»
(шифр і назва)
Освітня програма Гідроекологія
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри гідроекології та
водних досліджень ОДЕКУ
_____ проф. Лобода Н.С.
26.10.2020 р.

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

Павленку Владиславу Валентиновичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: **Екологічна оцінка якості води р. Сугоклія в сучасний період**

керівник роботи Яров Ярослав Сергійович, старший викладач
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від 16.10.2020 року № 194-С

2. Строк подання студентом роботи 7.12.2020 р.

3. Вихідні дані до роботи Матеріали спостережень за хімічним складом води в басейні річки Сугоклія за багаторічний період на посту Державного агентства водних ресурсів України

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Охарактеризувати особливості фізико-географічного положення, надати кліматичну характеристику, описати рослинний та ґрунтовий покрив досліджуваного району; 2) Вивчити особливості водного та гідрохімічного режимів водних об'єктів; 3) Оцінити якість води водних об'єктів за відповідною методикою; 4) Визначити значення показників забруднення; 5) Проаналізувати отримані результати.

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

1) Карта-схема району досліджень; 2) Графік зміни показників забруднення в часі

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
5	Лобода Н.С., д. геогр.. н., проф.		

7. Дата видачі завдання 26.10.2020 р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Дата видачі завдання	26.10.20р.		
2	Опис фізико-географічних умов і антропогенного навантаження досліджуваного району.	26.10-3.11.20р.	85	добре
3	Збір та аналіз даних гідрохімічних спостережень.	3-5.11.20р.	85	добре
4	Описання мережі моніторингу	5-10.11.20р.	85	добре
5	Гідрохімічна характеристика вод досліджуваних водних об'єктів.	10-15.11.20р.	85	добре
6	Дослідження якості вод за методом КІЗ та екологічна класифікація	15-19.11.20р.	85	добре
7	Рубіжна атестація	16 – 21.11.20	85	добре
8	Оформлення дипломного проекту.	24-30.11.20р.	85	добре
9	Підготовка доповіді та презентації	30.11-7.12.20р.	85	добре
10	Подання на кафедру	7.12.20р.		
	Перевірка на плагіат	10.12.20 р.		
	Рецензування	16.12.20р.		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)	26.10-7.12.20	85	добре

Студент

_____ (підпис)

Павленко В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Яров Я.С.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Павленко В.В. Екологічна оцінка якості води р. Сугоклія в сучасний період. Рукопис. Одеський державний екологічний університет. Одеса, 2020.

Актуальність. Важливим гідрографічним елементом навколишнього середовища є малі річки, які формують режим середніх і великих річок, в басейнах яких поєднуються природні і антропогенні процеси. Актуальність роботи полягає в тому, що річка Сугоклія є притокою річки Інгул і перебуває в зоні з високим рівнем господарського використання, тому оцінка і збереження якості її вод для задоволення інтересів різних водо споживачів мають науково-практичне значення.

Мета роботи: дослідження хімічного складу і характеристик якості річкових вод в басейні річки Сугоклія, однієї з правих приток річки Інгул, яка впадає в неї в районі м. Кропивницький за даними багаторічних спостережень на постах в системі державного водного агентства України.

Предмет дослідження: екологічний стан і якість вод річки Сугоклія.

Об'єкт дослідження: басейн річки Сугоклія.

Магістерська робота складається з 4 розділів: у першому розглядається природні умови басейну річки; у другому - надаються відомості, про антропогенний вплив на басейн річки; у третьому - аналізуються гідрохімічні показники річки; в четвертому - надається екологічна оцінка якості води.

У роботі використано 43 літературних джерела, з них 2 іноземних джерела.

Ключові слова: р. Сугоклія, ГДК, екологічний стан, якість води, гідрохімічні показники.

SUMMARY

Pavlenko V.V. Ecological assessment of water quality of the Sugoklia river in the modern period. Manuscript. OSENU. Odessa, 2020.

Topicality. An important hydrographic element of the environment are small rivers, which form the regime of medium and large rivers, in the basins of which natural and anthropogenic processes are combined. The urgency of the work is that the Sugoklia River is a tributary of the Ingul River and is in an area with a high level of economic use, so the assessment and preservation of its water quality to meet the interests of various water consumers are of scientific and practical importance.

Purpose: study of chemical composition and characteristics of river water quality in the basin of the Sugoklia River, one of the right tributaries of the Ingul River, which flows into it near Kropyvnytskyi according to long-term observations at posts in the system of the State Water Agency of Ukraine.

Subject of research: ecological condition and water quality of the Sugoklia river.

Object of research: Sugoklia river basin.

The master's thesis consists of 4 sections: the first considers the natural conditions of the river basin; in the second - information is provided on the anthropogenic impact on the river basin; in the third - hydrochemical parameters of the river are analyzed; in the fourth - the ecological assessment of water quality is provided.

The work uses 43 literary sources, including 2 foreign sources.

Key words: Sugoklia river, maximum concentration limit, ecological condition, water quality, hydrochemical indicators.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БАСЕЙН РІЧКИ СУГОКЛЯ	8
2. ВІДОМОСТІ ПРО АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ В БАСЕЙНІ РІЧКИ СУГОКЛЯ	16
3. ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РІЧКИ СУГОКЛЯ	21
3.1 Опис методики дослідження	21
3.2 Аналіз вхідних даних	25
3.3 Аналіз отриманих результатів	31
4. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ РІЧКИ СУГОКЛЯ	34
4.1 Опис методики дослідження	34
4.2 Аналіз результатів екологічної оцінки якості води річки Сугокля за відповідними класифікаціями	43
ВИСНОВКИ	47
ЛІТЕРАТУРА	48
ДОДАТКИ	53

ВСТУП

Актуальність. Важливим гідрографічним елементом навколишнього середовища є малі річки, які формують режим середніх і великих річок, в басейнах яких поєднуються природні і антропогенні процеси. Актуальність роботи полягає в тому, що річка Сугоклія є притокою річки Інгул і перебуває в зоні з високим рівнем господарського використання, тому оцінка і збереження якості її вод для задоволення інтересів різних водо споживачів мають науково-практичне значення.

Для дослідження використано результати спостережень по посту р. Сугоклія – м. Кіровоград (Кропивницький), 4 км від гирла за 12 показниками за 2012 – 2018 рр.

Мета роботи: дослідження хімічного складу і характеристик якості річкових вод в басейні річки Сугоклія, однієї з правих приток річки Інгул, яка впадає в неї в районі м. Кропивницький за даними багаторічних спостережень на постах в системі державного водного агентства України.

Предмет дослідження: екологічний стан і якість вод річки Сугоклія.

Об'єкт дослідження: басейн річки Сугоклія.

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

Магістерська робота є логічним завершенням бакалаврської кваліфікаційної роботи, виконаної в червні 2019 р. [1]

За результатами роботи опубліковано тези за матеріалами конференції [2] (Павленко В.В., Яров Я.С. Екологічна оцінка якості води р. Сугоклія в сучасний період // Матеріали ХІХ наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ (25-29.05.2020). Одеса: ТЕС, 2020. с. 108-109.)

Також результати досліджень по темі роботи приймали участь в проведенні щорічних конкурсів студентських наукових робіт (1 тур) в 2019, 2020 рр. на базі ОДЕКУ.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БАСЕЙН РІЧКИ СУГОКЛІЯ

Річка Сугоклія є малою річкою, правою притокою ріки Інгул, в яку впадає в південно-східній частині м. Кропивницький (рис. 1.1).

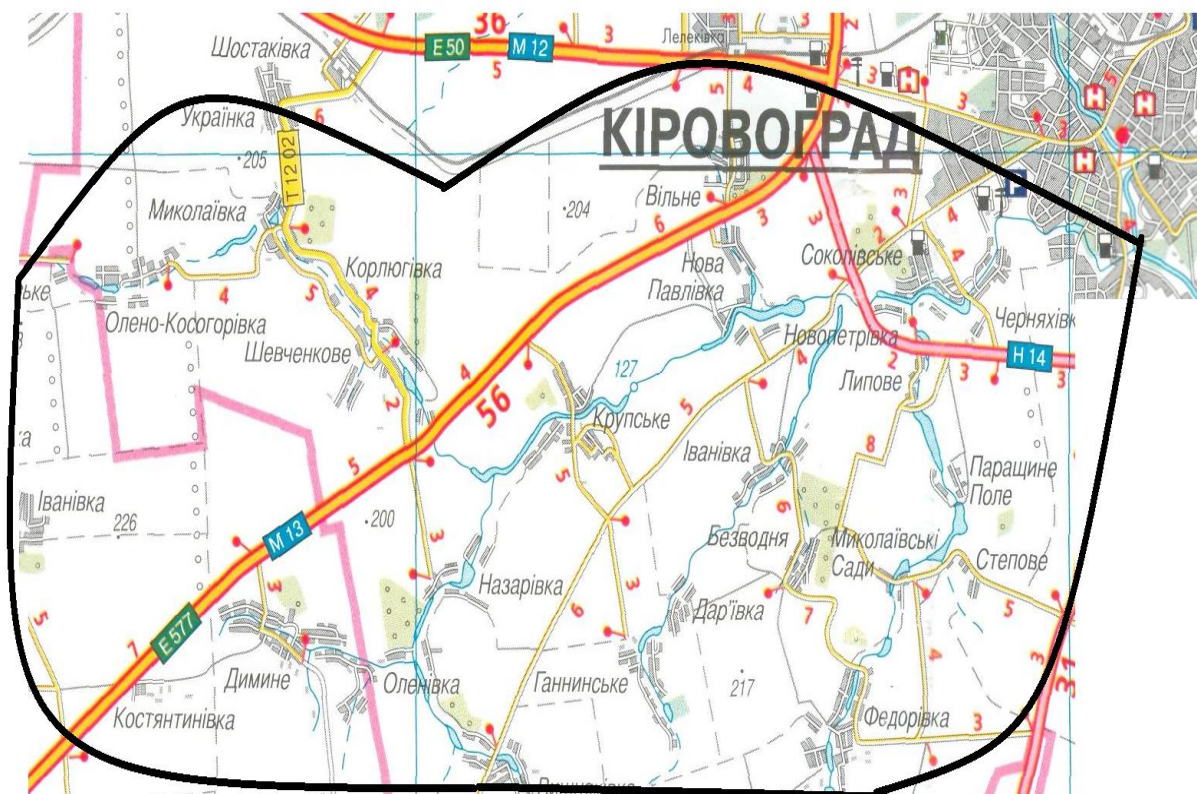


Рис. 1.1 – Схема басейну р. Сугоклія [1]

Басейн річки розташований в межах Придніпровської височини.

В основі басейну річки залягають давні докембрійські породи – граніти, гнейси, чорнокоти, габро-лабрадорити.

Ґрунти - чорноземи звичайні, глибокі мало- і середньогумусні на лесових породах. Мають високою природною родючістю, хоча в орному шарі розпушені і частково втратили в минулому грудкувату структуру.

Корисні копалини представлені будівельним сировиною. Відомі Кіровоградські родовище вогнетривких глин і гранітне родовище,

розташоване на правому березі річки Сугокліє. Енергетичні запаси надр міста представлені покладами бурого вугілля (Балашовський-Кіровоградське родовище) та урану. Є поклади високоякісного піску, придатного для виробництва скла [1, 3].



Рис. 1.2 – Річка Сугоклія на околиці м. Кропивницький [1, 4].

Рельєф в басейні хвилястий і рівнинний, розчленований. Долина глибока, розширені ділянки змінюються вузькими каньйоноподібними ділянками з крутими і скелястими берегами [1, 3].

Адміністративно [1, 5, 6] басейн р. Сугоклія (в перекладі з татарської – «Кам'янувата») належить до Кропивницького району Кіровоградської області. Річка має такі параметри: довжина 44 км, площа басейну 527 км², довжина річкового басейну 33 км, середня ширина басейну 13 км, максимальна - 16,2 км. Асиметрія річкового басейну становить 5,5. Похил річки - 2,1 м/км. Долина широка, V-подібна. Заплава двобічна. Річище помірно звивисте. Використовується на господарські потреби. Є чимало ставків. Бере початок на захід від села Олено-Косогорівка. Тече на схід,

згодом на південний схід, потім повертає на північний схід; у межах Кропивницького тече здебільшого на схід і південний схід.



Рис.1.3 – Річка Сугоклія в околицях м. Кропивницький («Сахаровський міст») [1, 4].

Притоки: Лозоватка (права) і невеликі потічки.

Над річкою розташовані такі села (від витоків до гирла): Олено-Косогорівка, Миколаївка, Шевченкове, Карлівка, Нова Павлівка, Новопетрівка, Соколівське, Черняхівка; а також місто Кропивницький.



Рис. 1.4 – Річка Сугоклія [1, 7]



Рис. 1.5 - Річка Сугоклія, Кропивницький [1, 8].



Рис. 1.6 – Адміністративне розташування річки Сугоклія відносно м. Кропивницький [1, 9].

Як вже зазначалось, адміністративно басейн річки Сугоклія розташований біля м. Кропивницький (рис. 1.6).

Щодо кліматичних умов в басейні р. Сугоклія можна зазначити наступне. За даними рис. 1.7 [1, 9] в холодний період року середня температура повітря в січні складає від -5 до -6 °С, середня кількість опадів за листопад-березень складає близько 190 мм.

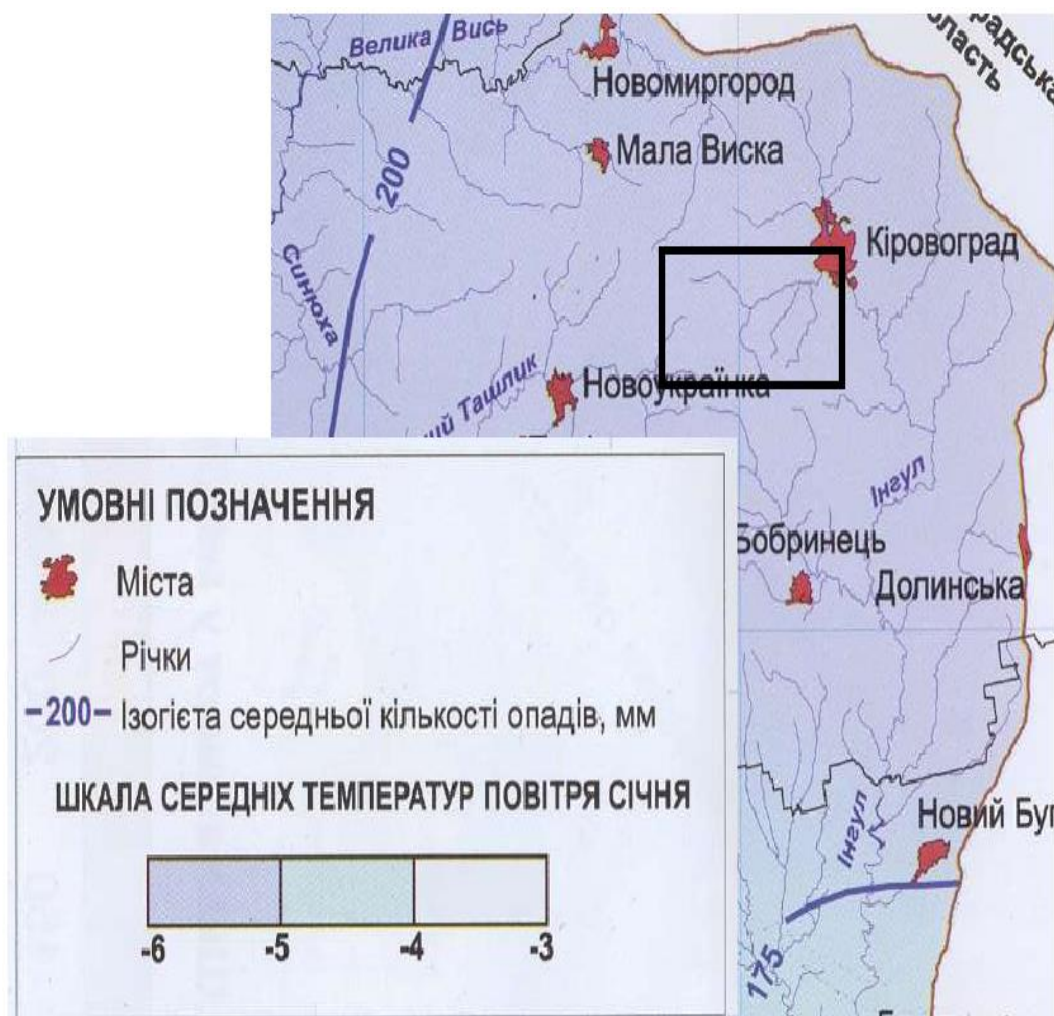


Рис 1.7 – Фрагмент карти «Клімат у холодний період (листопад-березень)» з нанесеним розташуванням басейну р. Сугоклія [1, 9].

Згідно рис. 1.8 [1, 9] в теплий період року середня температура повітря в липні складає від 20 до 21 °С, середня кількість опадів за квітень-жовтень складає 335 мм.



Рис 1.8 – Фрагмент карти «Клімат у теплий період (квітень-жовтень)» з нанесеним розташуванням басейну р. Сутоклія [1, 9].

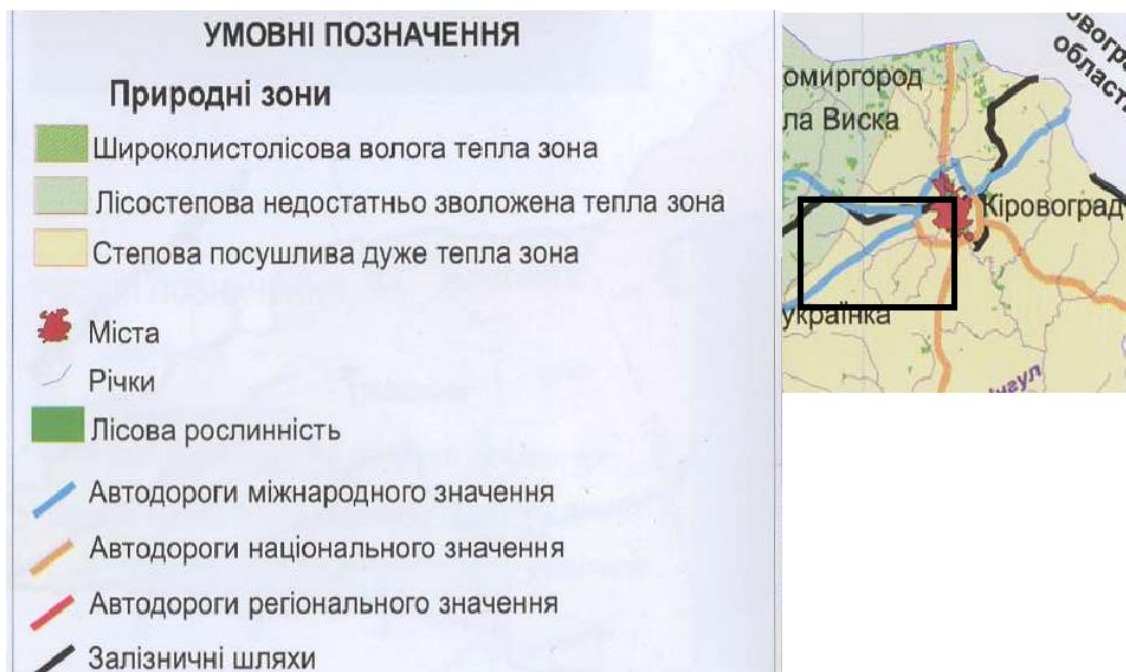


Рис 1.9 – Фрагмент аркушу карти «Рослинність і транспортна мережа» з нанесеним розташуванням басейну р. Сугоклія [1, 9].

Згідно геоботанічного районування (рис. 1.9) басейн р. Сугоклія знаходиться в межах степової посушливої дуже теплої зони. Лісова рослинність є в малій кількості лише у верхній частині басейну річки.

2 ВІДОМОСТІ ПРО АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ В БАСЕЙНІ РІЧКИ СУГОКЛІЯ

Річка Сугоклія та її басейн є мало вивченими в науковій та довідниковій літературі. Основні відомості про антропогенний тиск в басейні річки можна отримати за матеріалами [9].

Так, на рис. 2.1 можна побачити, що в басейні р. Сугоклія не розташовані промислові водозабори. На рис. 2.2. позначено, що в басейні річки немає скидів стічних і зворотних вод [1].

На рис. 2.3 можна побачити, що басейн річки Сугоклія має значний ступінь урбанізованості – фактично все головне русло та притоки річки являє собою суцільний населений пункт, що не може позитивно розцінюватись з погляду впливу на якість води річки [1].



Рис 2.1 – Фрагмент карти «Водозабори» з нанесеною р. Сугоклія [1, 9].

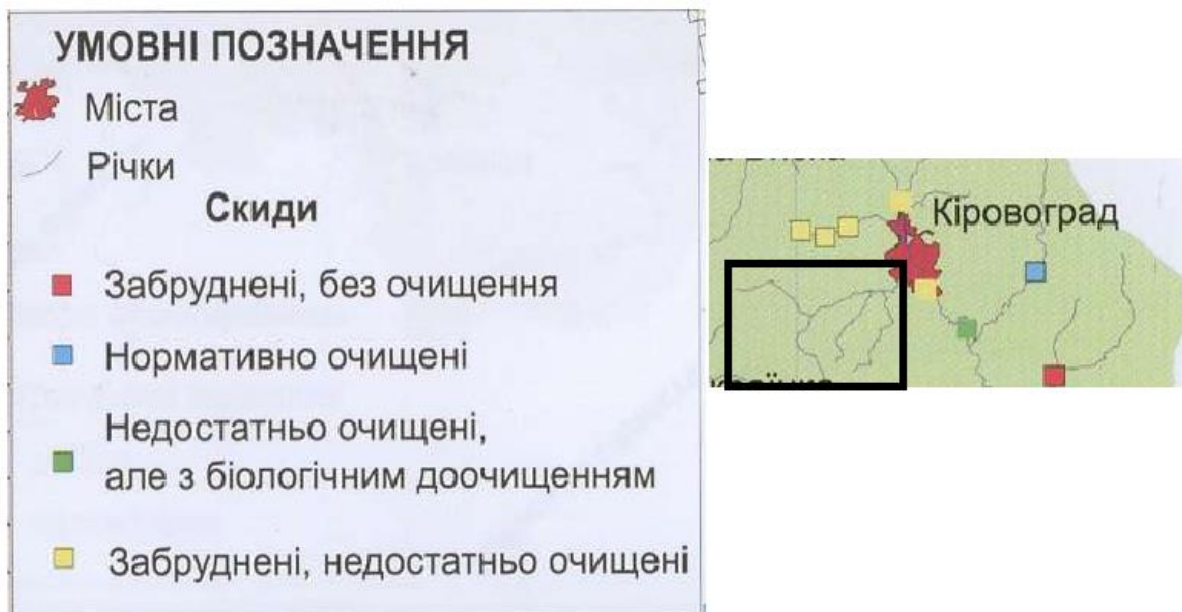


Рис 2.2 – Фрагмент аркушу карти «Скиди стічних і зворотних вод» з нанесеною р. Сугоклія [1, 9].



Рис. 2.3 – Фрагмент аркушу карти «Урбанізовані території» з нанесеним розташуванням басейну р. Сугоклія [1, 9].

Згідно рис. 2.4 в басейні р. Сугоклія існує один об'єкт природно-заповідного фонду: парк – пам'ятка садово-паркового мистецтва загального значення [1].



Рис. 2.4 – Фрагмент аркушу карти «Природно-заповідний фонд» з нанесеним розташуванням басейну р. Сугоклія [1, 9].

Аналіз статистичної звітної літератури з екологічного стану Кіровоградської області [10 - 36] показав, що інформації по р. Сугоклія дуже мало. Так, в [10] повідомляється, що малі річки степової зони області характеризуються значною мінералізацією. На всіх річках встановлені значні концентрації заліза та цинку. Ці метали можна вважати регіональними забруднювачами [1].

Важливою екологічною проблемою в області є стан якості поверхневого стоку малих і середніх річок, маловодність яких практично не може протистояти обсягам скиду недостатньо-очищених зворотних вод. Кількість цих стоків, особливо в маловодні періоди року, перевищує природні витрати річок водоприймачів [1].

Однією з найважливіших проблем в області залишається охорона поверхневих і підземних вод від забруднення. Вона викликана значною диспропорцією між потужностями водозабірних і каналізаційних споруд, надмірною зношеністю очисних споруд каналізації і каналізаційних мереж. Занепокоєння викликає стан зливової каналізації та відсутність очистки зливових стічних вод у містах і населених пунктах. Це зумовлює додаткове забруднення поверхневих вод зливом забруднюючих речовин із забудованих територій. [1]

Надходження у поверхневі водні об'єкти забруднюючих речовин із стічними та зливовими водами привели їх до стану, що відповідно

до вимог діючих ДСТУ в галузі якості вод не дозволяє розглядати більшість річок області як джерела питного водопостачання.

Деяка інформація щодо обсягів забруднення річки Сугоклія недостатньо очищеними стічними водами наведена в табл. 2.1 [1].

Таблиця 2.1 – Обсяг водозабору і водовідведення в р. Сугоклія, млн. м³

Назва водного об'єкту	Забрано води із природних водних об'єктів - всього	Використано води	Водовідведення у поверхневі водні об'єкти	
			всього	з них забруднених зворотних вод
2008 р.	1,575	0,006	0,583	0,07
2009 р.	1,624	0,003	0,038	0,057

За даними моніторингу [1] якості води р.Сугоклія фіксуються випадки наднормативного вмісту органічних речовин за БСК₅, ХСК, підвищений вміст мінералізації, твердості, магнію, твердості. Основною причиною такого становища є значна зарегульованість річки водоймами з недостатньою проточністю. Також є природна причина – малі річки Кіровоградської області, відповідно до “Схематичної карти районування малих річок УССР за ступенем мінералізації”, відносяться до третього району - “води з підвищеною мінералізацією”.

В таблиці 2.2 [1] представлена інформація щодо хімічного складу р. Сугоклія по окремим середньорічним значенням показників у вигляді кратності перевищення господарсько-питних норм ГДК. Можна побачити, що у воді підвищений вміст органічних речовин по БСК₅, решта показників переважно в межах норми.

Таблиця 2.2 – Гідрохімічні показники р. Сугоклія, права притока р. Інгул 41км, м. Кіровоград в окремі роки у вигляді кратності перевищення господарсько-питних норм ГДК [1]

Рік	Завислі речовини	БСК ₅	Мінералізація	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NH ₄	NO ₃	Нафтопродукти	NO ₂	P _{min}	Fe ²⁺	Cu	АПАР
2012	0,88	1,23	0,96	0,61	0,23	0,17	0,16	0,20	0,05	0,02	0,20	0,03	0,10
2013	0,89	1,08	0,88	0,57	0,22	0,12	0,1	0,17	0,05	0,02	0,13	0,03	0,1
2014	0,69	1,44	0,96	0,63	0,24	0,20	0,08	-	0,02	0,006	0,20	0,02	0,15
2015	0,83	1,49	1,00	0,68	0,26	0,13	0,09	-	0,03	0,01	0,13	0,02	0,10
2016	0,73	1,11	0,95	0,63	0,23	0,16	0,12	-	0,03	0,01	0,13	0,02	0,10
2017	1,51	1,13	0,99	0,64	0,29	0,64	0,11	-	0,63	0,02	0,5	0,95	0,2

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РІЧКИ СУГОКЛЯ

3.1 Опис методики дослідження

З наукової точки зору [1, 37-39] важливим є пошук взаємозв'язків між вмістом у воді окремих гідрохімічних показників. Подібні зв'язки дають змогу підібрати розрахункові залежності, вирішувати питання оперативної оцінки і прогнозування якості води, автоматизувати обчислення стоку розчинених речовин. Однак такі зв'язки існують не завжди, що пояснюється складністю умов формування хімічного складу води річок на їх водозборах, високим рівнем антропогенного навантаження, яке спотворює природний гідрохімічний режим річок. В такому випадку статистичні методи (кореляційний аналіз) можуть бути застосовані для пошуку, опису і моделювання багатьох гідрохімічних процесів, особливо на початкових етапах гідрохімічних досліджень. .

Потреба у розвитку системи контролю гідрохімічних показників визначає необхідність у підвищенні вимог до інформації про якість вод (точність, рівень надійності). Надійним шляхом підвищення достовірності інформації є встановлення закономірностей між окремими показниками якості поверхневих вод. Такі залежності використовують для гідрохімічного районування річок України.

На концентрацію гідрохімічних показників можуть впливати:

- часткові фактори (характерні для даного компонента);
- загальні фактори (які впливають і на решту компонентів).

В роботі для оцінки зв'язків між гідрохімічними показниками застосований метод математичної статистики - кореляційний аналіз, який полягає у встановленні залежності між випадковими величинами (окремими вибірками або багатомірними групами гідрохімічних показників). Кількісним

критерієм тісноти зв'язку між двома вірогідними величинами (які мають нормальний або логнормальний розподіл) є коефіцієнт кореляції r_{xy} . Зв'язки з кореляцією $r_{xy} \geq 0,6$ вважаються достатньо тісними.

Коефіцієнт кореляції (r_{xy}) між рядами двох характеристик (x , y) обчислюється за формулою:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (\Delta x \cdot \Delta y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \Delta x^2 \cdot \sum_{i=1}^n \Delta y^2}}, \quad (3.1)$$

де x_i , y_i – члени рядів, x_0 , y_0 – їх середньоарифметичні значення.

Для масових кореляційних розрахунків найбільш вдалою є таблична форма запису. Тому при дослідженні взаємної кореляції між гідролого-гідрохімічними показниками складають відповідні кореляційні матриці, що дозволяє проводити аналіз існуючих між іонних зв'язків.

Для оцінки точності розрахунку коефіцієнтів парної кореляції r_{xy} необхідно визначити середньоквадратичну похибку (m_r), яка при об'ємі вибірки $n < 100$ розраховується за формулою:

$$m_r = \frac{1 - r_{xy}^2}{\sqrt{n - 2}}, \quad (3.2)$$

де n – об'єм вибірки.

Оцінка надійності коефіцієнта кореляції виконується згідно статистики t-критерію Стьюдента за формулою:

$$t = \frac{|r_{xy}|}{m_r}. \quad (3.3)$$

Висновок про достовірність досліджуваного лінійного зв'язку робиться [37 – 39] для прийнятого рівня значущості ($q=5\%$) і відповідної кількості ступенів свободи ν .

3.2 Аналіз вхідних даних

Моніторинг якості води р. Сугокля в посту м. Кіровоград (Кропивницький), 4 км від гирла річки здійснює Лабораторія моніторингу вод та ґрунтів Регіонального офісу водних ресурсів у Кіровоградській області, [35] дані розміщено на інтернет ресурсі Державного агентства водних ресурсів України (ДАВРУ) за посиланням: <http://watermon.iisd.com.ua/EcoWaterMon/MapEcoWaterMon/Index> [40].

За 2012 – 2018 рр. на посту моніторингу було відібрано та опрацьовано 84 проби води.

В публічному доступі (рис. 3.1) 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.

Ці показники є типовими індикаторами забрудненості води та її якості, які використовуються в методиках оцінки якості води для певних потреб. В середньому відбиралось по 12 проб води за рік.

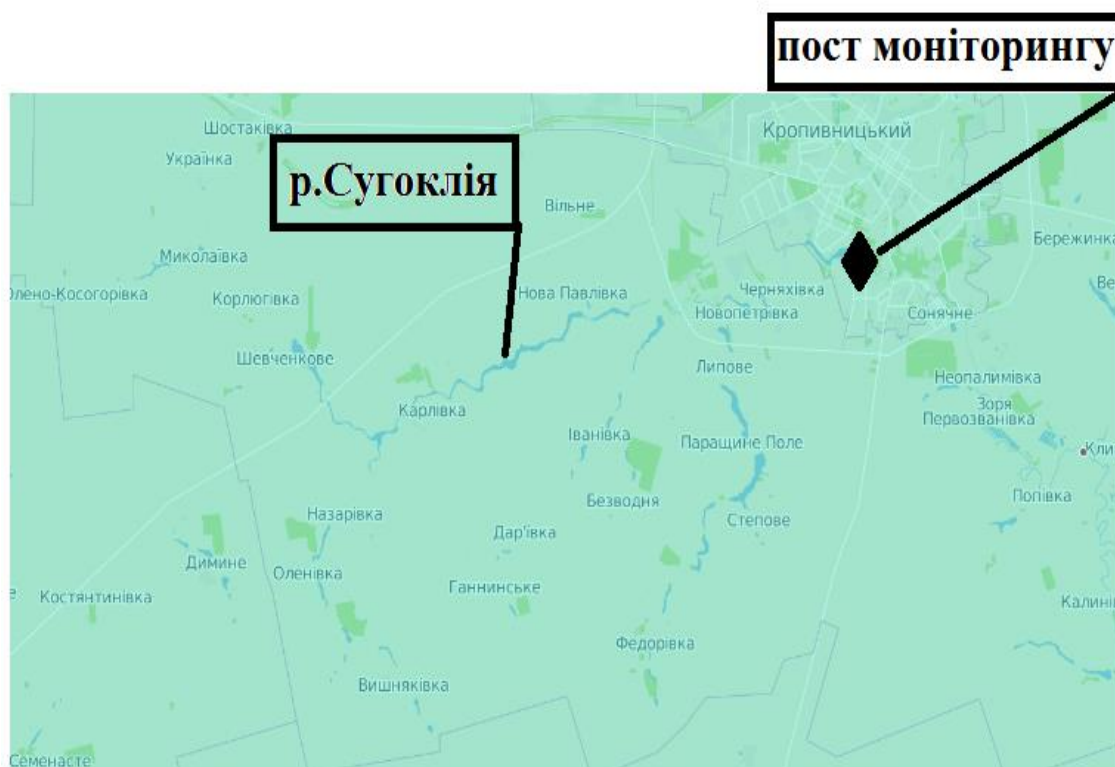


Рис 3.1 – Фрагмент карти електронного сервісу ДАВРУ з розташуванням річки Сугоклія та пункту моніторингу [1, 40].

Фізико-географічні умови басейну річки Сугоклія досить неоднорідні, що визначає різноманітність хімічного складу поверхневих вод і особливості гідрохімічного режиму річок басейну, який в першу чергу визначається водним стоком, зокрема його внутрішньорічним розподілом [1].

Для характеристики гідрохімічного режиму р. Сугоклія використані дані ДАВРУ за 2012 – 2018 рр. (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Межі коливань концентрацій гідрохімічних показників р. Сугоклія, 4 км, м. Кіровоград (2012-2018 рр., дані ДАВРУ), мг/дм³ [1]

Вміст	БСК ₅	ЗР	O ₂	SO ₄ ²⁻	Cl	NH ₄	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	P _{min}	СПАР	ПО	ХСК
Макс.	4,65	44,6	12,8	380	108	1,06	17,9	1,22	0,22	0,05	12,8	46,6
Мін.	2,58	5	7,04	172	43,9	0,1	0,24	0,01	0	0	5,44	21,7
Сер.	3,4	16,3	9,48	314	83,9	0,4	4,67	0,102	0,04	0,02	9,52	34,1

Як відомо, хімічний склад поверхневих вод не постійний у часі і змінюється відповідно до переважання у стоці протягом року вод різних генетичних категорій: поверхнево-схилкових, ґрунтово-поверхневих та підземних. Головними іонами сольового складу річкових вод Сугоклії є гідрокарбонати, сульфати, хлориди, кальцій, магній, натрій, калій, походження яких у водах пов'язано, в основному, з розчиненням солей, які утворюють гірські породи і ґрунти, та з процесами іонного обміну [1].

Гідрокарбонатні іони є найважливішою частиною хімічного складу природних вод і в більшості випадків зумовлюють їх клас. Вони характерні для води більшості річок, оскільки поверхневі води формуються переважно у верхніх, відносно добре промитих шарах ґрунтів і порід і тому бідних на легкокорозивні хлориди та сульфати. Відтак, іонний склад таких вод пов'язаний з дуже поширеними та малорозчинними карбонатними породами — вапняками та доломітами, які у значній мірі зустрічаються серед осадових порід. [1]

Сульфатні іони присутні практично у всіх природних водах і, зазвичай, займають друге місце по вмісту після гідрокарбонатів. Вони потрапляють у воду, головним чином, в результаті хімічного вивітрювання з осадовими породами, під час окиснення сульфідів, розчинення мінералів з вмістом сірки (зазвичай гіпсу). Є також сульфати антропогенного походження, вміст яких зумовлюється розкладанням промислових і господарсько-побутових стічних вод. Режим сульфатів визначають окисно-відновні процеси, біологічна ситуація у водному об'єкті та господарська діяльність людини. За даними спостережень ДАВРУ, вміст сульфатів на посту р. Сугоклія – 4 км, м.Кропивницький змінювався від 172 до 380 мг/дм³. [1]

Хлоридні іони характеризуються високою міграційною здатністю, що пояснюється їх доброю розчинністю, слабкою здатністю до сорбції на завислих речовинах та до споживання водними організмами. У природні води хлориди надходять шляхом розчинення хлорвмісних мінералів та соленосних відкладів. В останні роки відчутна роль промислових і господарсько-

побутових стічних вод у збільшенні вмісту хлоридів у водних об'єктах. Хлориди містяться у водах р.Сугоклоія у концентраціях від 43,9 до 108 мг/дм³

Іон кальцію [1] є домінуючим катіоном для слабомінералізованих вод. Головними джерелами надходження кальцію у поверхневі води є процеси хімічного вивітрювання і розчинення мінералів (вапняків, доломітів, гіпсу тощо). Значні кількості Са виносяться з стічними водами силікатних, металургійних, скловарних, хімічних підприємств та з сільськогосподарських угідь.

Іони магнію [1] надходять у поверхневі води за рахунок процесів хімічного вивітрювання та розчинення доломітів, мергелів та інших мінералів, зі стічними водами металургійних, силікатних, текстильних та інших підприємств.

Сумарний вміст іонів кальцію та магнію у воді формує її загальну жорсткість (твердість).

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 (або сума іонів) - це сумарний вміст всіх виявлених під час хімічного аналізу води мінеральних речовин. Коливання мінералізації поверхневих вод має сезонний характер відповідно до зміни протягом року ролі різних видів живлення. Як правило, під час весняної повені і паводків мінералізація виявляється мінімальною, а у меженні періоди досягає найбільших значень [1].

Водневий показник (рН) обумовлений наявністю вільних іонів водню. Маючи сезонний характер коливань, що обумовлено, у першу чергу, гідробіологічними процесами, величина рН є досить стабільним показником. Різка зміна рН води свідчить про забруднення водного об'єкта кислими або лужними стічними водами промислових підприємств. В природних водах концентрація водневих іонів зумовлена в основному відношенням концентрацій вільного діоксиду вуглецю та гідрокарбонатних іонів, також

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. Крім того, 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 водних рослин, стійкість різних форм міграції елементів.

Вода річки Сугоклія – 4 км, м.Кропивницький за даними ДАВРУ має підвищений вміст зважених часток (від 5 до $44,6 \text{ мг/дм}^3$) що є наслідком надмірного сільськогосподарського освоєння її басейну, високого ступеня розораності, недостатнього показника лісистості і погіршення самоочисної здатності річки внаслідок загального погіршення її стану [1].

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

Розчинений у воді кисень є одним із найважливіших фізико-хімічних показників. Разом з тим він є найбільш вагомим природним окиснювачем, визначає якість води та можливість підтримання онтогенезу гідробіонтів. Основними споживачами розчиненого кисню є процеси дихання гідробіонтів та окиснення органічних речовин. Низький вміст розчиненого кисню впливає на весь комплекс біохімічних та екологічних процесів у водному об'єкті. У поверхневих водах вміст кисню змінюється в широких межах і підлягає сезонним і добовим коливанням. Дефіцит кисню частіше спостерігається у водних об'єктах з високими концентраціями забруднювальних органічних речовин та у евтрофованих водоймах, які містять велику кількість біогенних та гумусових речовин. За даними спостережень ДАВРУ, вміст розчиненого кисню у воді р.Сугоклія становив від $7,04$ до $12,8 \text{ мгО/дм}^3$ [1].

Хімічне споживання кисню ХСК є показником забруднення води, за даними спостережень ДАВРУ у воді р.Сугоклія цей показник змінювався від

21,7 до 46,6 мг/дм³. Вміст органічних речовин у воді за показником перманганатної окиснюваності ПО досить значний і складав від 5,44 до 12,8 мгО/дм³ [1].

Біохімічне споживання кисню (БСК) - це кількість кисню, який споживається за певний час при біохімічному окисненні у воді речовин в аеробних умовах. Тобто БСК дає непрямі уявлення про кількість органічної речовини у воді. В практиці найчастіше застосовується значення БСК₅ (біохімічне споживання кисню протягом 5 діб). Значенням БСК₅ користуються для оцінки ступеня забрудненості водного об'єкта та вмісту органічних речовин, які легко окислюються. Даний показник змінювався від 2,58 до 4,65 мгО/дм³ [1].

Біогенні речовини відносяться до переліку найважливіших показників якості води та стану водної екосистеми. Вони визначають рівень розвитку гідробіонтів, трофічність водойм, ступінь їх забруднення.

До біогенних речовин у природних водах відносять сполуки азоту, фосфору і силіцію. Азот і фосфор найбільш активно беруть участь у життєдіяльності водних організмів. Найбільш важливими в біологічному та біохімічному відношенні є сполуки ортофосфорної та азотної кислот, від кількості яких в окремі періоди року залежить інтенсивність розвитку органічного життя у водному об'єкті. Біогенні речовини є каталізаторами процесу антропогенного евтрофування поверхневих вод. Крім того, значна концентрація біогенних речовин у воді може бути досить небезпечною для людини. До основних джерел надходження біогенних речовин (сполук азоту і фосфору) у річкові води відносять житлово-комунальне господарство, промисловість, сільське господарство, тваринництво, землеробство, а також атмосферні опади. Значну роль також відіграють внутрішні процеси) водному об'єкті [1].

Мінеральні сполуки азоту у річкових водах зустрічаються в основному у вигляді розчинених у воді нітратів, нітритів та амонійних солей. Також у поверхневих водах присутні органічні сполуки азоту, які є результатом

розпаду білкових речовин. Головним джерелом сполук азоту у річкових водах є процеси білкового розпаду, які відбуваються як у водоймах, так і в навколишніх ґрунтах. Одним із показників ступеня евтрофікації водойм є вміст у них неорганічних сполук азоту.

Основними джерелами надходження іонів амонію у водні об'єкти є господарсько-побутові стічні води, поверхневий стік з сільськогосподарських угідь у випадку використання амонійних добрив, а також стічні води різних галузей промисловості. Сезонні коливання концентрації амонію характеризуються зазвичай пониженням його весною та у період інтенсивної фотосинтетичної діяльності фітопланктону і підвищенням влітку, при посиленні процесів бактеріального розкладу органічних речовин. Значна його кількість є ознакою недавнього забруднення вод або результатом інтенсивних відновних процесів, які є звичними для гумінових сполук болотяних вод. Динаміка змін вмісту азоту амонійного у воді р. Сугоклія становила від 0,1 до 1,06 мг/дм³. [1]

Нітрити є проміжними продуктами у кругообігу азоту (органічна речовина амоній - нітрити нітрати), тому їх концентрації у воді, як правило, невисокі порівняно з амонійним та нітратним азотом. Наявність у незабруднених водних об'єктах нітритів пов'язано, основним чином, із процесами розкладу органічних речовин та нітрифікації. У помітних концентраціях нітрити виявляються при дефіциті кисню у водоймі, високий вміст у водних об'єктах можливий також у районах скиду стічних вод підприємств, які використовують у технологічному процесі нітрити і солі. Окрім того, зміна вмісту нітритів відображає також процеси самоочищення природних вод. Концентрація нітритів у воді р. Сугоклія становила від 0,01 до 1,22 мг/дм³ [1].

Азот нітратний утворюється у природних водах при внутрішньо водоймних процесах нітрифікації амонійних іонів у присутності кисню під впливом нітрифікуючих бактерій, тому збільшення концентрацій нітратів спостерігається у літній період під час масового відмирання фітопланктону.

Другим джерелом надходження нітратів у поверхневій воді являються атмосферні опади. Концентрація нітратного азоту у воді р. Сугоклія змінювалась від 0,24 до 17,9 мг/дм³ [1].

Фосфати потрапляють у річкові води внаслідок водної ерозії гірських порід. У природних водах фосфор знаходиться у вигляді як мінеральних, так і органічних сполук. Частина з них є розчинною, частина зустрічається у вигляді колоїдів та завислих речовин. Фосфати в значній мірі визначають продуктивність водойми, оскільки є поживною речовиною для водних організмів. У річкових водах, зазвичай, природна концентрація фосфатів у вегетаційний період мала внаслідок витрачання на біологічні процеси, а в зимовий період максимальна за рахунок розкладання органічних залишків. Підвищені концентрації фосфору у водах свідчать інколи про їх забруднення. Вміст фосфатних іонів у воді р. Сугоклія становив від 0 до 0,22 мг/дм³ [1].

Залізо загальне майже завжди присутнє у природних водах, оскільки воно повсюдно розсіяне у гірських породах. Концентрація заліза у природних водах, внаслідок низької міграційної здатності, незначна. До головних чинників, які визначають обсяги та інтенсивність надходження Fe в поверхневій воді, слід віднести процеси хімічного вивітрювання гірських порід. Значна кількість розчинних сполук заліза надходить у поверхневій водні об'єкти з підземним стоком, внаслідок підземного живлення, зі стічними водами різних галузей промисловості і сільського господарства, зливовими стічними водами, поверхнево-схиловим стоком з урбанізованих територій та сільськогосподарських угідь [1].

Вміст у водах р. Сугоклія важких металів (мідь, хром, марганець, нікель) лімітується високими значеннями рН, мутності води, інтенсивними біологічними процесами. Джерелами надходження важких металів є гірські породи, стічні води хімічних і металургійних виробництв, шахтні води, різні реагенти, що містять мідь, а також стічні води з сільськогосподарських угідь. Вміст важких металів у воді р. Сугоклія у багатьох випадках є максимальним під час паводків і водопілля, що пояснюється їх зливом з поверхні водозбору.

Саме тому вміст зазначених сполук у воді річки наближається до аналітичного нуля.

Вміст у природних водах таких забруднювальних речовин, як нафтопродукти, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР) в основному залежать від антропогенного навантаження на водні об'єкти. Великі кількості нафтопродуктів надходять у поверхневі води із стічними водами підприємств нафтопереробної, хімічної, металургійної та інших галузей промисловості, з господарсько-побутовими стічними водами. Основним джерелом СПАР у природних водних об'єктах є господарсько-побутові і промислові стічні води. Потрапляючи у водойми, ці сполуки можуть впливати на їх фізико-хімічний стан, погіршуючи кисневий режим та органолептичні властивості. Разом з тим, зазначені сполуки довгий час зберігаються у воді річок та повільно розкладаються. За даними спостережень ДАВРУ вміст СПАР у р. Сугоклія коливається від 0 до 0,05 мг/дм³ [1].

3.3 Аналіз отриманих результатів

За даними спостережень ДАВРУ була складена кореляційна матриця [1] за окремими гідрохімічними показниками р. Сугоклія за 2012 – 2018 рр (табл 3.2). Всього використано 12 показників: БСК, завислі речовини, кисень, сульфати, хлориди, сполуки азоту, фосфати, окиснюваність і СПАР. Аналіз показує, що існує лише три корелятивно значимих зв'язки між вмістом завислих речовин і розчиненим киснем, між розчиненим киснем і вмістом нітратів, між перманганатною окиснюваністю і ХСК.

Зв'язок між вмістом завислих речовин і розчиненим киснем обернений, тобто, при зростанні у воді вмісту зависей, кисневий режим річки погіршується. Таке відбувається при потраплянні в річку поверхневого стоку, який містить зважені частки і інші речовини, на очищення від яких витрачається певна кількість розчиненого кисню.

Прямий зв'язок вмісту розчиненого кисню і нітратів, коли зростання концентрації одного інгредієнта супроводжується збільшенням іншого можна пояснити високим розвитком гідробіологічних угруповань-продуцентів кисню (макрофіти, фіто і бактеріопланктон), які за умов наявності достатньої кількості біогенних сполук активно продукують кисень.

Прямий зв'язок між ПО і ХСК вказує на те, що в р.Сутокля регулярно потрапляють з поверхневим стоком органічні речовини, опосередкованими індикаторами яких і виступають зазначені показники [1].

4. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ РІЧКИ СУГОКЛІЯ

4.1 Опис методики дослідження

Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями [41] була розроблена у 1998 р. з метою забезпечення дотримання природоохоронних вимог і встановлення екологічних пріоритетів стосовно поверхневих вод суші та естуаріїв України, а також з метою гармонізації українського природоохоронного законодавства із природоохоронним законодавством ЄС, з міжнародними та європейськими стандартами стосовно водної політики і поліпшення якості поверхневих вод.

Ця методика є основою для складання програм спостережень, аналізу даних, характеристики якості поверхневих вод суші та естуаріїв України з екологічних позицій і одержання інформації про стан водних об'єктів.

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.

Екологічна класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв є невід'ємною частиною екологічної оцінки якості поверхневих вод, оскільки виконання такої оцінки неможливе без наявності екологічної класифікації, яка є її критеріальною базою.

Застосування цієї методики поширюється на всі поверхневі води суші та естуарії України.

На основі єдиних екологічних критеріїв ця методика дозволяє порівнювати якість води на окремих ділянках водних об'єктів, у водних об'єктах в різних регіонах і в країні загалом.

Дана методика [41] дозволяє здійснити екологічну оцінку якості води – одержати інформацію про воду як складову водної екосистеми, життєве середовище гідробіонтів і важливу частину природного середовища людини. Характеристика якості поверхневих вод дається на основі екологічної класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. Класифікація включає широкий набір показників, які відображають особливості абіотичної і біотичної складових водних екосистем.

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

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

Процедура виконання екологічної оцінки складається з таких етапів:

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

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

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

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

Методика екологічної оцінки якості води [41] 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:

$$I_e = \frac{(I_1 + I_2 + I_3)}{3}, \quad (4.1)$$

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.

Першим кроком в екологічній оцінці є класифікація води за критерієм критеріями іонного складу, яка виконується згідно табл. 4.8. Клас води дається по домінуючому аніону, група – по катіону, тип залежить від співвідношення іонів: I тип ($\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^+ + \text{Mg}^{2+}$); II тип ($\text{HCO}_3^- < \text{Ca}^+ + \text{Mg}^{2+} < \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$); III тип ($\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} < \text{Ca}^+ + \text{Mg}^{2+}$ або $\text{Cl}^- > \text{Na}^+$); IV тип ($\text{HCO}_3^- = 0$).

Надалі проводиться класифікація води за критерієм мінералізації і розрахунок індексу забруднення компонентами сольового складу I_1 згідно табл. 4.2 – 4.4. Потім розраховуються індекси трофо – сапробіологічних (еколого-санітарних) показників (I_2) та індекси специфічних показників

токсичної і радіаційної дії (I_3) згідно табл. 4.5 – 4.6. При розрахунку блоку специфічних речовин токсичної дії слід врахувати, що у табл. 4.6 нормативи категорій якості води даються у мкг/дм^3 а у вхідних гідрохімічних даних відповідні показники виражені у мг/дм^3 . Остаточна оцінка робиться після розрахунку екологічного індексу по формулі 4.1 та по табл. 4.17.

Таблиця 4.1 – Класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критеріями іонного складу [41]

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

Таблиця 4.2 – Класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критерієм мінералізації [41]

Клас якості вод	Прісні води - I		Солонуваті води - II			Солоні води - III	
	Гіпогалінні	Олігогалінні	β -мезогалінні	α -мезогалінні	Полігалінні	Еугалінні	Ультрагалінні
Категорія якості вод	- 1	- 2	- 3	- 4	- 5	- 6	- 7
Мінералізація, г/дм^3	<0.5	0.51-1.0	1.01-5.0	5.01-18.0	18.01-30.0	30.01-40.0	>40.0

Таблиця 4.3 – Класифікація якості прісних гіпо- та олігогалінних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу [41]

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

Таблиця 4.4 – Класифікація якості солонуватих β-мезогалінних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу [41]

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

Таблиця 4.5 – Екологічна класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за трофо-сапробіологічними критеріями (фрагмент) [41]

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
Завислі речовини, мг/дм ³	<5	5-10	11-20	21-30	31-50	51-100	>100
рН	6.9-7.0	6.7-6.7	6.5-6.6	6.3-6.4	6.1-6.2	5.9-6.0	<5.9
	7.1-7.5	7.6-7.9	8.0-8.1	8.2-8.3	8.4-8.5	8.6-9.7	>8.7
Азот амонійий, мгN/дм ³	<0.1	0.1-0.2	0.21-0.3	0.31-0.5	0.51-1	1.01-2.5	>2.5

Продовження табл. 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8
Азот нітритний, мгN/дм ³	<0.002	0.002-0.005	0.006-0.01	0.011-0.02	0.021-0.05	0.051-0.1	>0.1
Азот нітратний, мгN/дм ³	<0.2	0.2-0.3	0.31-0.5	0.51-0.7	0.71-1.0	1.01-2.5	>2.5
Фосфор фосфатів, мгP/дм ³	<0.015	0.015-0.03	0.031-0.05	0.051-0.1	0.101-0.2	0.201-0.3	>0.3
Розчинений кисень, мгO ₂ /дм ³	>8	7.6-8	7.1-7.5	6.1-7	5.1-6	4-5	<4
Розчинений кисень, % насичення	96-100	91-96	81-90	71-80	61-70	40-60	<40
	101-105	106-110	111-120	121-130	131-140	141-150	>150
БСК ₅ , мгO ₂ /дм ³	<1.0	1.0-1.6	1.7-2.1	2.2-4.0	4.1-7.0	7.1-12.0	>12.0
Перманганатна окислюваність, мгO ₂ /дм ³	<3	3.0-5.0	5.1-8.0	8.1-10.0	10.1-15.0	15.1-20.0	>20.0
Біхроматна окислюваність, мгO ₂ /дм ³	<9	9-15	16-25	26-30	31-40	41-60	>60

Таблиця 4.6 – Екологічна класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії (фрагмент) [41]

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

Таблиця 4.7 – Класи і категорії якості поверхневих вод суші та естуаріїв України за екологічною класифікацією [41]

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

4.2 Аналіз результатів екологічної оцінки якості води річки Сугоклія за відповідними класифікаціями

Орієнтовна екологічна оцінка якості води р. Сугоклія за період 2012-2018 рр. за даними ДАВРУ здійснювалась на основі обмеженої кількості гідрохімічних показників (12), тому блокові індекси не обчислювались. По кожному року розрахунок проводився для середніх і найгірших значень показників. Результати наведені в таблицях А.1-А.2 в додатку А, а також була складена таблиця 4.8 і рисунок 4.2 для загального аналізу отриманих результатів.

Таблиця 4.8 – Значення екологічних індексів якості води за середніми і найгіршими значеннями показників складу води р. Сугоклія – 4 км, м. Кропивницький за даними ДАВРУ за період 2012-2018 рр.

Роки	I _{е сер}	I _{е макс}
2012	4,5	5,33
2013	4,33	5,25
2014	4,42	5,17
2015	4,25	4,75
2016	4,25	5,08
2017	4,42	5,08
2018	4,17	4,67

Аналіз даних табл. А.1 показав, що за різними показниками ступінь забруднення вод р. Сугоклія неоднаковий.

Забрудненість водою органічними речовинами за показником БСК₅ висока, відповідає 4-5 категорії III класу (води «задовільні» за станом, «забруднені» за чистотою).

Подібною є ситуація за показниками окиснюваності (ПО, ХСК). Кисневий режим р.Сутокля за середніми значеннями показника відповідає 1 категорії («відмінні», «дуже чисті»), але за найгіршими значеннями набагато гірший – від 2 до 4 категорії. Тобто, за більшістю проб кисневий режим річки переважно на допустимому рівні, але все ж частими є випадки критичного зниження вмісту розчиненого кисню. Це можна пояснити зарегульованістю річки та її приток численними водоймами і обмеженим водообміном в них, що в умовах потрапляння речовин із поверхневим стоком умови для зниження розчиненого кисню.

Незважаючи на відсутність великих джерел забруднення, річка протікає по урбанізованій території і тому у воді досить помітний вміст СПАР, який відповідав стабільно 4 категорії (вода за станом «задовільна», «слабо забруднена»). Також слід зазначити дуже високий рівень біогенного забруднення вод р.Сутокля за показниками вмісту сполук азоту і фосфору, де переважними є 5-7 категорії якості вод (за станом «посередні, дуже погані», за чистотою «помірно забруднені-дуже брудні»). Саме високий вміст таких сполук, викликаний антропогенним чинником, призводить до «цвітіння» вод у створених водоймах і погіршенню кисневого режиму.

В цілому, як видно з таблиці 4.8, за період 2012 – 2018 рр. значення екологічного індексу якості вод р. Сутокля по середнім концентраціям показників змінювалось від 4,17 до 4,5 балів і відповідало перехідному стану між 4-5 категоріями III класу якості (за станом води «задовільні», за чистотою «забруднені»).

За найгіршими значеннями показників екологічний індекс змінювався від 4,67 до 5,33 балів і відповідав III класу 4-5 категорії (стан вод «задовільні», чистота «забруднені»). Тобто, можна говорити про незмінність класу якості вод за період 2012-2018 рр.

Щодо хронологічних тенденцій зміни екологічних індексів у часі, то на графіку рис. 4.1 можна побачити, що по динаміка індексів по середнім і максимальним значенням показників синхронна і має тенденцію до зниження.

Ці відомості можна доповнити результатами оцінки якості води за рибосгоподарськими нормами ГДК по методам КІЗ та ІЗВ, виконаних нами раніше в бакалаврській кваліікаційній роботі [1, 2].

За методом ІЗВ по фактичним даними було встановлено домінування III класу якості води («помірно забруднена»), що характеризує досліджуваний водотік як такий, що знаходиться під значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистеми. Фіксуються випадки критичного забруднення вод в окремі періоди, епізодично великі перевищення ГДК за сульфатами, БСК₅, сполуками азоту. Аналіз хронологічних тенденцій зміни показника ІЗВ показує тенденцію до поступового поліпшення ситуації.

За методом КІЗ було отримано, що в цілому якість води річки відповідала показнику КІЗ 33 балів, ПКІЗ – 3,3 балів, що з врахуванням відсутності речовин-ЛОЗ вказує на приналежність досліджуваного водного об'єкта до III б класу якості води («брудна») і непридатність її вод для безпечного ведення рибництва. Домінування за ступенем забруднення води сульфатів, азоту нітритного, БСК₅ і ХСК можна пояснити значним розвитком на водосборі річки сільського господарства – застосуванням добрив, засобів захисту рослин, які періодично змиваються до русла річки з поверхневим і підземним стоком. Також не виключено випадки забруднення поверхневих вод з стічними водами з бокут населених пунктів, промислових об'єктів і агропідприємств тваринницької галузі.

Стан річки Сугоклія не є благополучним внаслідок високого антропогенного тиску та обмежених можливостей до самоочищення вод, і це вимагає уваги з боку природоохоронних установ та необхідність розробки комплексного управління якістю вод річки на основі басейнового принципу, який зараз активно запроваджується в Україні.

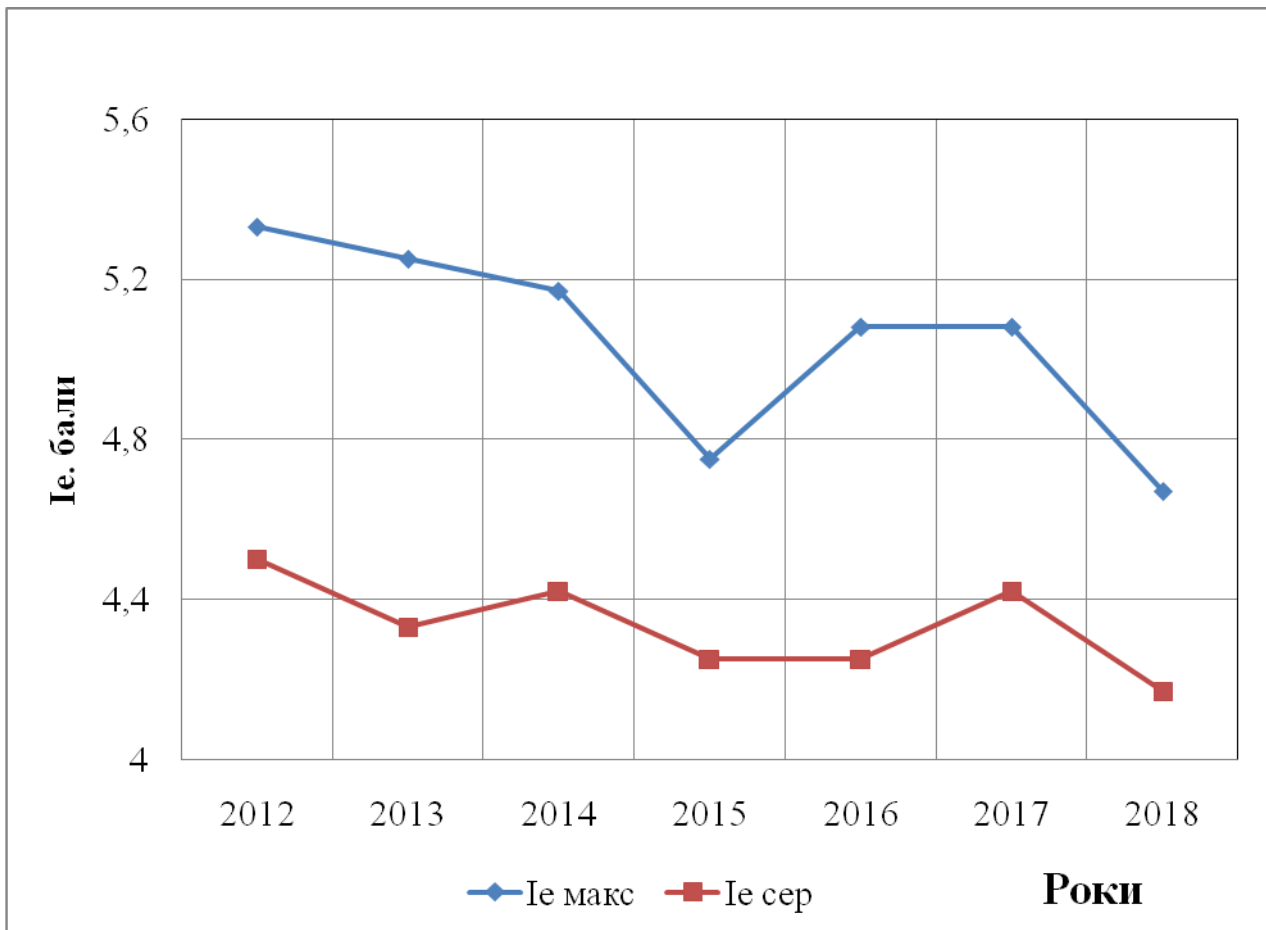


Рис. 4.1 – Хронологічний графік зміни екологічних індексів якості вод р.Сугокля – 4 км, м.Кропивницький за даними ДАВРУ в 2012-2018 рр.

ВИСНОВКИ

В роботі було досліджено якість вод річки Сугоклія за даними спостережень Державного водного агенства України по посту м.Кіровоград (Кропивницький), 4 км від гирла в період 2012-2018 рр. На режим річки впливає значний ступінь зарегульованості її стоку, велика кількість населених пунктів, промислових об'єктів і аграрних підприємств в басейні.

В цілому за період 2012 – 2018 рр. значення екологічного індексу якості вод р. Сугоклія по середнім концентраціям показників змінювалось від 4,17 до 4,5 балів і відповідало перехідному стану між 4-5 категоріями III класу якості (за станом води «задовільні», за чистотою «забруднені»). За найгіршими значеннями показників екологічний індекс змінювався від 4,67 до 5,33 балів і відповідав III класу 4-5 категорії (стан вод «задовільні», чистота «забруднені»). Тобто, можна говорити про незмінність класу якості вод за період 2012-2018 рр. Щодо хронологічних тенденцій зміни екологічних індексів у часі - динаміка індексів по середнім і максимальним значенням показників синхронна і має тенденцію до зниження. Стан річки Сугоклія не є благополучним внаслідок високого антропогенного тиску та обмежених можливостей до самоочищення вод, і це вимагає уваги з боку природоохоронних установ та необхідність розробки комплексного управління якістю вод річки на основі басейнового принципу [42-43], який зараз активно запровадж ується в Україні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Павленко В.В. Якість води р. Сугоклія для рибогосподарських потреб. (бакалаврська кваліфікаційна робота). Рукопис. Одеський державний екологічний університет. Одеса, 2019. 75.с.
2. Павленко В.В., Яров Я.С. Екологічна оцінка якості води р. Сугоклія в сучасний період // Матеріали ХІХ наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ (25-29.05.2020). Одеса: ТЕС, 2020. с. 108-109.
3. Інформація про м. Кропивницький. Інтернет ресурс. Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Кропивницький>
4. Інформація про р. Сугоклія. Інтернет ресурс. Режим доступу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сугоклія_\(Кропивницький\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сугоклія_(Кропивницький))
5. «Каталог річок України» — Видавництво АН УРСР, Київ, 1957.
6. Географічна енциклопедія України: у 3 т. / редколегія: О. М. Маринич (відпов. ред.) та ін. — К. : «Українська радянська енциклопедія» ім. М. П. Бажана, 1989.
7. Фото р. Сугоклія в межах м. Кропивницький. Режим доступу: <https://photographers.ua/photo/rechka-sugokleya-kropivnitskiy-kirovograd-ukraina-1185937/>
8. Фото р. Сугоклія в межах м. Кропивницький. Режим доступу: <http://fotokto.ru/photo/view/3374155.html>
9. 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.
10. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Кіровоградській області за 2001 р. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Кіровоградській області. Кіровоград: 2002. – 90 с.

11. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Кіровоградській області за 2002 р. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Кіровоградській області. Кіровоград: 2003. – 91 с.

12. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Кіровоградській області за 2003 р. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Кіровоградській області. Кіровоград: 2004. – 85 с.

13. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Кіровоградській області за 2004 р. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Кіровоградській області. Кіровоград: 2005. – 102 с.

14. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Кіровоградській області за 2006 р. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Кіровоградській області. Кіровоград: 2007. – 122 с.

15. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Кіровоградській області за 2007 р. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Кіровоградській області. Кіровоград: 2008. – 120 с.

16. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Кіровоградській області за 2008 р. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Кіровоградській області. Кіровоград: 2009. – 139 с.

17. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Кіровоградській області за 2009 р. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Кіровоградській області. Кіровоград: 2010. – 163 с.

18. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Кіровоградської області у 2012 році. Департамент екології та природних

ресурсів Кіровоградської обласної державної адміністрації. Кіровоград: 2013 р.
– 179 с.

19. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Кіровоградської області у 2013 році. Департамент екології та природних ресурсів Кіровоградської обласної державної адміністрації. Кіровоград: 2014 р.
– 182 с.

20. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Кіровоградської області у 2014 році. Департамент екології та природних ресурсів Кіровоградської обласної державної адміністрації. Кіровоград: 2015 р.
– 188 с.

21. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Кіровоградської області у 2015 році. Департамент екології та природних ресурсів Кіровоградської обласної державної адміністрації. Кіровоград: 2016 р.
– 182 с.

22. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Кіровоградської області у 2016 році. Департамент екології та природних ресурсів Кіровоградської обласної державної адміністрації. Кіровоград: 2017 р.
– 179 с.

23. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Кіровоградської області у 2017 році. Департамент екології та природних ресурсів Кіровоградської обласної державної адміністрації. Кіровоград: 2018 р.
– 187 с.

24. Екологічний паспорт Кіровоградської області за 2005 р. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Кіровоградській області. Кіровоград: 2006. – 106 с.

25. Екологічний паспорт Кіровоградської області за 2006 р. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Кіровоградській області. Кіровоград: 2007. – 105 с.

26. Екологічний паспорт Кіровоградської області за 2007 р. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Кіровоградській області. Кіровоград: 2008. – 107 с.
27. Екологічний паспорт Кіровоградської області за 2008 р. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Кіровоградській області. Кіровоград: 2009. – 40 с.
28. Екологічний паспорт Кіровоградської області за 2009 р. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Кіровоградській області. Кіровоград: 2010. – 120 с.
29. Екологічний паспорт Кіровоградської області за 2010 р. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Кіровоградській області. Кіровоград: 2011. – 98 с.
30. Екологічний паспорт Кіровоградської області за 2011 р. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Кіровоградській області. Кіровоград: 2012. – 80 с.
31. Екологічний паспорт Кіровоградської області за 2012 р. Департамент екології та природних ресурсів Кіровоградської обласної державної адміністрації. Кіровоград: 2013. – 100 с.
32. Екологічний паспорт Кіровоградської області за 2013 р. Департамент екології та природних ресурсів Кіровоградської обласної державної адміністрації. Кіровоград: 2014. – 87 с.
33. Екологічний паспорт Кіровоградської області за 2014 р. Департамент екології та природних ресурсів Кіровоградської обласної державної адміністрації. Кіровоград: 2015. – 132 с.
34. Екологічний паспорт Кіровоградської області за 2015 р. Департамент екології та природних ресурсів Кіровоградської обласної державної адміністрації. Кіровоград: 2016. – 135 с.
35. Екологічний паспорт Кіровоградської області за 2016 р. Департамент екології та природних ресурсів Кіровоградської обласної державної адміністрації. Кіровоград: 2017. – 139 с.

36. Екологічний паспорт Кіровоградської області за 2017 р. Департамент екології та природних ресурсів Кіровоградської обласної державної адміністрації. Кіровоград: 2018. – 120 с.

37. Гончар О.М., Горшеніна Л.В. Оцінка залежностей між гідрохімічними показниками з використанням кореляційного аналізу (на прикладі басейну Дністра)// Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2007. – Т.13. – С. 152-158.

38. Ігошин М.І. Математичні методи і моделювання у фізичній географії: Підручник, Практикум. – Одеса: Астропринт, 2005. – 464 с.

39. Тарасова В.В. Екологічна статистика: Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 392 с.

40. Дані по хімічному складу води р. Сугоклія в пункті моніторингу м. Кіровоград (Кропивницький), 4 км від гирла. Державне агентство водних ресурсів України. Режим доступу: <http://watermon.iisd.com.ua/EcoWaterMon/MapEcoWaterMon/Index>

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

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

43. 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 // WatermanagementEngineering. Vilniai.-2005. – Vol.2(5). – P.15-24.

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Середні та найгірші концентрації окремих гідрохімічних показників р. Сугокля – 4 км, м. Кропивницький за період 2012 - 2018 рр. за даними ДАВРУ

Роки	2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018	
Значення	середнє	найгірше	середнє	найгірше	середнє	найгірше	середнє	найгірше	середнє	найгірше	середнє	найгірше	середнє	найгірше
БСК ₅	3,70	4,65	3,25	3,95	3,24	3,66	3,35	3,70	3,42	4,59	3,38	3,58	3,46	3,75
ЗР	17,5	39,5	17,8	44,6	13,9	21,4	16,7	29,1	14,6	25,6	15,5	31,8	18,2	35,8
O ₂	9,59	7,04	9,07	7,04	8,8	7,04	9,71	7,68	9,85	7,81	9,70	7,15	9,64	7,6
SO ₄	307	349	285	332	316	344	341	380	313	348	314	348	322	348
Cl	79,7	94,8	77,6	99,0	82,4	102	89,7	107	81,0	91,3	88,7	107	88,9	108
NH ₄	0,43	0,94	0,301	0,51	0,531	1,06	0,329	0,43	0,408	0,76	0,321	0,44	0,481	0,98
NO ₃	7,35	17,9	4,34	14,4	3,62	10,1	4,25	9,53	5,27	12,4	4,20	12,7	3,61	10,7
NO ₂	0,174	0,4	0,173	1,22	0,067	0,15	0,09	0,25	0,087	0,15	0,051	0,2	0,079	0,24
P _{min}	0,071	0,17	0,048	0,13	0,035	0,07	0,018	0,03	0,028	0,12	0,054	0,22	0,037	0,1
СПАР	0,023	0,05	0,023	0,04	0,028	0,04	0,024	0,04	0,018	0,03	0,024	0,04	0,013	0,02
ПО	9,06	12,2	10,2	12,5	9,71	12,5	9,17	11,5	10,3	12,8	9,33	10,9	7,72	8
ХСК	32,3	42,0	37,5	46,6	31,9	44,1	33,5	41,2	35,6	44,6	35,0	39,2	30,5	36,6

