

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний
Кафедра гідроекології
та водних досліджень

Бакалаврська кваліфікаційна робота

на тему: Екологічна оцінка якості води р. Сухоклія за відповідними
категоріями

Виконав студент 4 року навчання
групи ЕГ-43

Спеціальність 101

«Екологія»

Махаррамов Сахіб Захід огли

Керівник: старший викладач

Яров Ярослав Сергійович

Консультант: д.геогр.н., професор

Лобода Наталія Степанівна

Рецензент к.геогр.н., доц.

Монюшко Марина Михайлівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: природоохоронний
Кафедра: гідроекології та водних досліджень
Рівень вищої освіти: «бакалавр»
Спеціальність 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри
гідроекології та водних
досліджень
д. геогр. н., проф. Лобода Н.С.
«16».«04» 2020 року

З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
Махаррамову Сахібу Захід огли

1. Тема роботи: «Екологічна оцінка якості води р. Сухоклія за відповідними категоріями»
керівник роботи: Яров Ярослав Сергійович, старший викладач
затверджені: наказом закладу вищої освіти від 23.12.2019 року №280-С
2. Строк подання студентом проекту: 09.06.2020 р.
3. Вихідні дані до роботи:
 - 1) літературні та кадастрові дані по режиму р. Сухоклія
 - 2) дані гідрохімічних спостережень стану р. Сухоклія за багаторічний період а системі державного агентства водних ресурсів України.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
 - 1) природні і господарські умови басейну р. Сухоклія;
 - 2) загальна антропогенного впливу на режим річки Сухоклія;
 - 3) огляд вхідних гідрохімічних показників об'єкту досліджень;
 - 4) оцінка і аналіз параметрів екологічної якості води.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
 - 1) карти – схеми природних і господарських умов дослідного району;
 - 2) хронологічний графік зміни екологічного індексу якості води.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
3	Лобода Н.С., д.геогр.н., професор	16.04.2020	16.04.2020

7. Дата видачі завдання: 16.04.2020 р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	Збір і обробка літературних даних	16.04-30.04.2020	60	задовільно
2.	Аналіз вхідної гідрохімічної інформації	1.05-8.05.2020	60	задовільно
3.	Оцінка екологічної якості води	9.05-10.05.2020	60	задовільно
4.	Рубіжна атестація	11-16.05.2020	60	задовільно
5.	Аналіз отриманих результатів, оформлення роботи за ДСТУ	17.05 – 1.06.2020	60	задовільно
6.	Підготовка доповіді та презентації	2.06 – 3.06.2020	60	задовільно
7.	Перевірка на плагіат	4.06.2020	-	-
6	Рецензування	5.06.2020	-	-
7.	Подання на кафедру	9.06.2020	-	-
Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)			60	задовільно

Студент:

(підпис)

Махаррамов С.З.О.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи:

(підпис)

Яров Я.С.

(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Махаррамов С. З.О. Екологічна оцінка якості води р. Сухоклія за відповідними категоріями. Рукопис. Одеський державний екологічний університет. Одеса, 2020.

Актуальність. Річка Сухоклія відноситься до правих приток ріки Інгул, яка в свою чергу, є лівою притокою Південного Бугу в нижній течії. Басейн річки знаходиться в зоні господарської діяльності, що при недостатніх можливостях до самоочищення негативно впливає на якість води. Тому оцінка екологічного стану річки Сухоклія актуальна.

Мета роботи: дослідження хімічного складу, оцінка екологічного стану та якості річкових вод в басейні річки Сухоклія за даними багаторічних спостережень в системі Державного агентства водних ресурсів України.

Предмет дослідження: гідрохімічні показники вод р. Сухоклія

Об'єкт дослідження: басейн річки Сухоклія.

Кваліфікаційна робота складається з 3 розділів: у першому розглядаються природні умови та антропогенна діяльність в басейні р. Сухоклія; у другому проводиться аналіз гідрохімічних показників річки; у третьому описано методика екологічної оцінки якості води та виконані сама оцінка і аналіз отриманих результатів.

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

У роботі використано 33 літературних джерел, з них 2 іноземних джерела.

Ключові слова: р. Сухоклія, ГДК, гідроекологічний стан, якість води, гідрохімічні показники.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	6
ВСТУП	8
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БАСЕЙН РІЧКИ СУХОКЛІЯ	9
1.1 Гідроекологічний опис басейну	9
1.2 Відомості про антропогенний вплив в басейні	17
2 ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОХІМІЧНИХ ЗВ'ЯЗКІВ МІЖ ОКРЕМИМИ ПОКАЗНИКАМИ ВОДИ Р. СУХОКЛІЯ НА ОСНОВІ КОРЕЛЯЦІЙНОГО АНАЛІЗУ	27
2.1 Опис методики дослідження	27
2.2 Аналіз вхідних даних	29
2.3 Аналіз отриманих результатів	36
3 ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД Р. СУХОКЛІЯ	38
3.1 Опис методики дослідження	38
3.2 Опис постів моніторингу і вихідних даних	41
3.3 Аналіз результатів екологічної оцінки якості води басейну р. Сухоклія	42
ВИСНОВКИ	46
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	47
ДОДАТОК А	52

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

р. – річка (або - рік);

д. геогр. н., проф. – доктор географічних наук, професор;

к. геогр. н., доц. – кандидат географічних наук, доцент;

СПАР – синтетичні поверхнево активні речовини;

АПАР – аніоногенні поверхнево активні речовини;

м. – місто (або – метри);

м² – метри квадратні;

м³ – метри кубічні;

м/с – метри за секунду;

м³/с – метри кубічні за секунду;

км – кілометр;

км² – кілометр квадратний;

с. – селище (або – секунда);

рис. – рисунок;

табл. – таблиця;

л.б. – лівий берег;

п.б. – правий берег;

мм. – міліметри;

млн. – мільйон;

°С – градуси Цельсію;

ДСТУ – державний стандарт України;

КП – комунальне підприємство;

ГДК – гранично допустима концентрація;

ХСК – хімічне споживання кисню;

БСК₅ – біологічне споживання кисню за 5 діб;

ЗР – завислі речовини;

ПО – перманганатна окиснюваність;

га – гектар;

в т.ч. – в тому числі;

г – грам;

г/дм³ – грам на дециметр кубічний;

м абс – метри абсолютної системи висот;

мг/дм³ – міліграм на дециметр кубічний;

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

ОДЕКУ – Одеський державний екологічний університет;

ПЗС – прибережна захисна смуга;

СЕС – санітарно епідеміологічна служба;

см – сантиметри;

ДАВРУ – Державне агентство водних ресурсів України;

ЄС – Європейський союз;

ВСТУП

Актуальність. Річка Сухоклія відноситься до правих приток ріки Інгул, яка в свою чергу, є лівою притокою Південного Бугу в нижній течії. Басейн річки знаходиться в зоні господарської діяльності, що при недостатніх можливостях до самоочищення негативно впливає на якість води. Тому оцінка екологічного стану річки Сухоклія актуальна.

Мета роботи: дослідження хімічного складу, оцінка екологічного стану та якості річкових вод в басейні річки Сухоклія за даними багаторічних спостережень в системі Державного агентства водних ресурсів України.

Для дослідження було взято пост р. Сухоклія – м. Бобринець, 26 км від гирла, питний водозабір, для якого часовий ряд складає 8 років спостережень починаючи з 2010 р. і закінчуючи 2018 р. Для дослідження були взяті 12 інгредієнтів: біохімічне споживання кисню за 5 діб, завислі речовини, розчинений кисень, сульфати, хлориди, азот амонійний, нітратний, нітритний, фосфати, СПАР, перманганатна окиснюваність, хімічне споживання кисню, за допомогою яких було здійснено екологічну оцінку якості води.

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

правого берега на 222-му км від гирла, між селищами Степанівка і Тарасівка. Притоки: п. Б. - б. Коровай (42-й км, довжина 12 км), р. Водяна (31-й км, довжина 14 км), р. Бобринець (21-й км, довжина 26 км), річка без назви (16-й км, довжина 10 км); л. б. - р. Комишувата (32-й км, довжина 28 км), річка без назви (18-й км, довжина 10 км); крім того, в річку впадає 20 приток довжиною менше 10 км, загальною протяжністю 62 км. Густота річкової мережі $0,33 \text{ км/км}^2$ (рис 1.2)

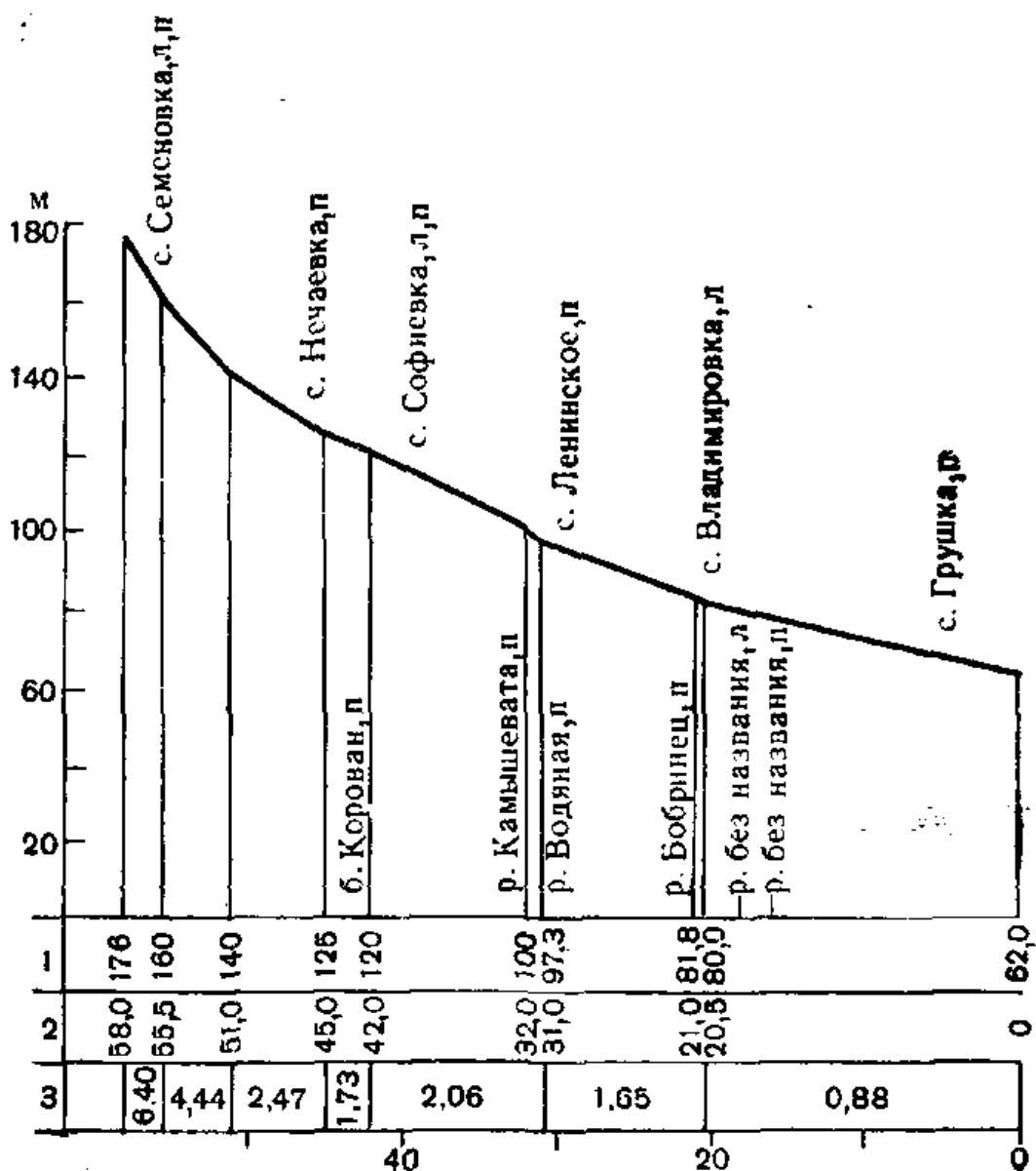


Рис. 1.2 – Схематичний прокольний профіль р. Сухоклія [1]

Площа водозбору 983 км². Водозбір грушоподібної форми, розташований на південних відрогах Придніпровської височини. Поверхня його хвиляста, розчленована яружно-балочною мережею. Складний басейн давніми кристалічними породами, перекритими третинними піщано-глинистими і четвертинними льосовими відкладеннями. Ґрунти пилувато-важкосуглинисті, ґрунти чорноземні. Басейн на 82% розораний; лісів мало – менше 1%, листяні ліси з переважанням дуба і граба зустрічаються невеликими гаями. Озерність і заболоченість – менше 1% (рис. 1.3).

Режим річки не вивчений.

Долина V-подібна, слабо звивиста, місцями звивиста, шириною 1,5-2,5 км, біля витоків не перевищує 0,5-0,8 км.

Схили опуклі, висотою 40- 60 м, у верхів'ї 15-25 м, місцями до 70 м. Переважно вони слабо розсічені і тільки в нижній течії розсічені неглибокими ярами. Здебільшого схили круті, в нижній частині в місцях виходу скельних порід круті і навіть обривисті, подекуди прямовисні, розорані і тільки біля підніжжя задерновані або оголені. Ґрунти глинисті, суглинні і супіщані, з частими оголеннями гранітів. Біля підніжжя схилів зустрічаються виходи ґрунтових вод (рис. 1.4)

Заплава двостороння, чергується по берегах, місцями відсутня. Ширина її 20-30 м, на ділянці с. Алексіївка - с. Грушка досягає 300-400 м. Переважно вона суха, лугова, зрідка поросла чагарником верби; у селищ Семенівка, Криничувате, Софіївка місцями заболочена, поросла очеретом. Поверхня її рівна, у с. Ленінське та нижньої околиці с. Пустопілля є пересохлі стариці.

Складена заплава суглинними і супіщаними ґрунтами, у верхній течії місцями оголюються скелі. При виключно високих підйомах рівня заплава затоплюється на всю свою ширину шаром води від 1 -1,5 м у верхів'ї до 2,5-3 м в нижній течії.

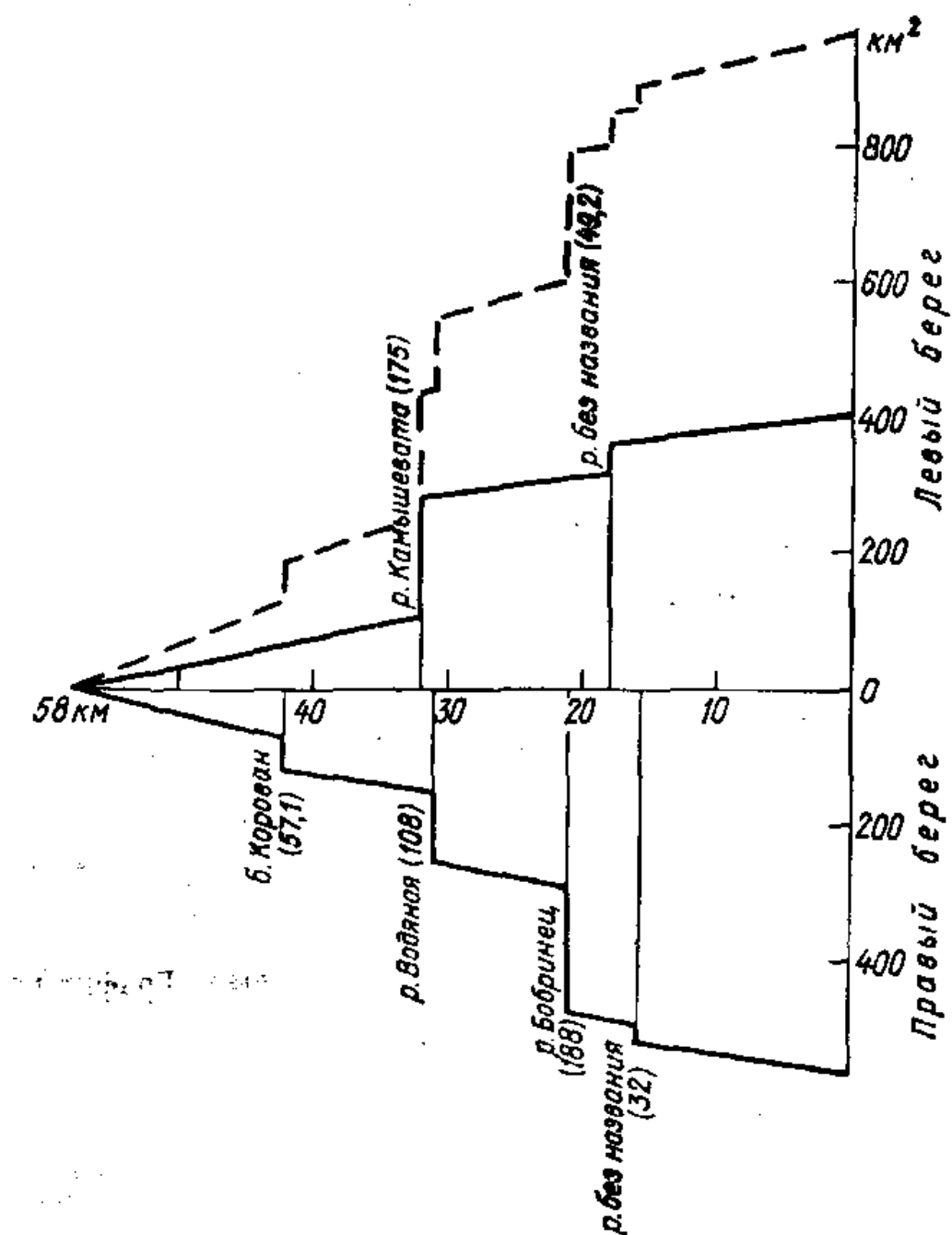


Рис. 1.3 – Графік зростання площі басейну р. Сухоклія [1]

Річка в господарських цілях майже не використовується, лише у с. Олексіївка проводиться зрошення городів; у верхів'ї річка використовується для побутового водопостачання.



Рис. 1.5 – Адміністративне розташування річки Сухоклія відносно м. Кропивницький [2].

Як вже зазначалось, адміністративно басейн річки Сухоклія розташований нижче за течією від м. Кропивницький (рис. 1.5).

Щодо кліматичних умов в басейні р. Сухоклія можна зазначити наступне. За даними рис. 1.6 [2] в холодний період року середня температура повітря в січні складає від -5 до -6 °С, середня кількість опадів за листопад-березень складає близько 185 мм.



Рис 1.6 – Фрагмент аркушу карти «Клімат у холодний період (листопад-березень)» з нанесеним розташуванням басейну р. Сухоклія [2].

Згідно рис. 1.7 [2] в теплий період року середня температура повітря в липні складає від 20 до 21 °С, середня кількість опадів за квітень-жовтень складає 320 мм.

Згідно геоботанічного районування (рис. 1.8) басейн р. Сухоклія знаходиться в межах степової посушливої дуже теплої зони. Лісової рослинності в басейні майже немає.

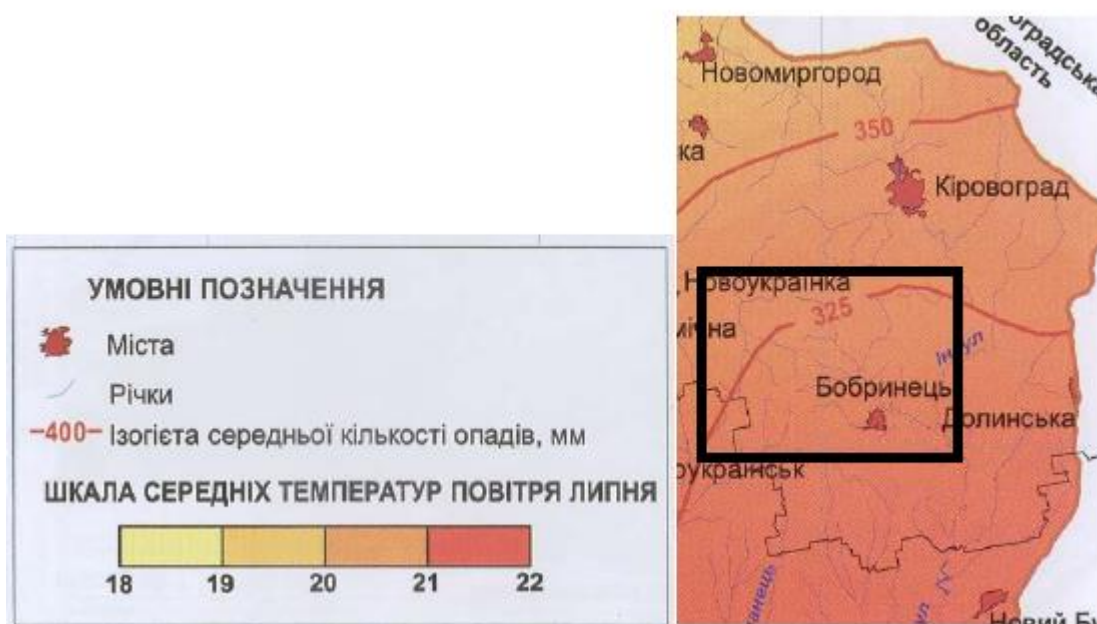


Рис 1.7 – Фрагмент аркушу карти «Клімат у теплий період (квітень-жовтень)» з нанесеним розташуванням басейну р. Сухоклія [2].

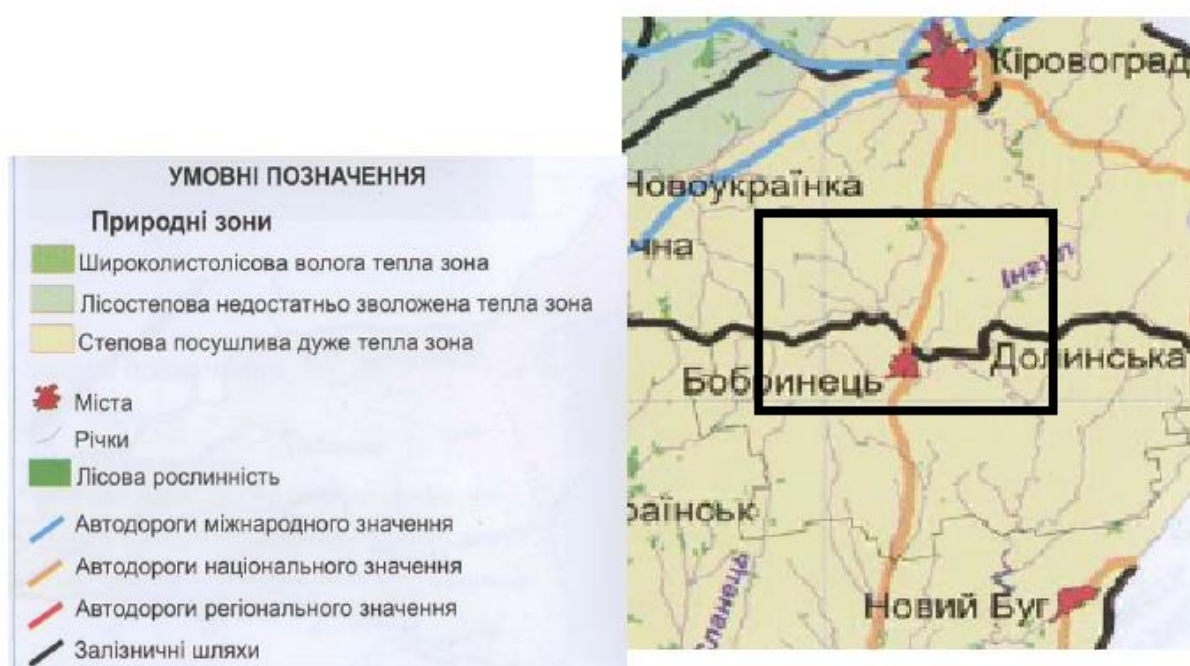


Рис 1.8 – Фрагмент аркушу карти «Рослинність і транспортна мережа» з нанесеним розташуванням басейну р. Сухоклія [2].

1.2 Відомості про антропогенний вплив в басейні

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

Так, на рис. 1.9 можна побачити, що в басейні р. Сухоклія розташований один промисловий водозабір нижче м. Бобринець. На рис. 1.10. позначено, що в тому ж місці розташований скид забруднених, недостатньо очищених вод в річку.

На рис. 1.11 можна побачити, що басейн річки Сухоклія 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.

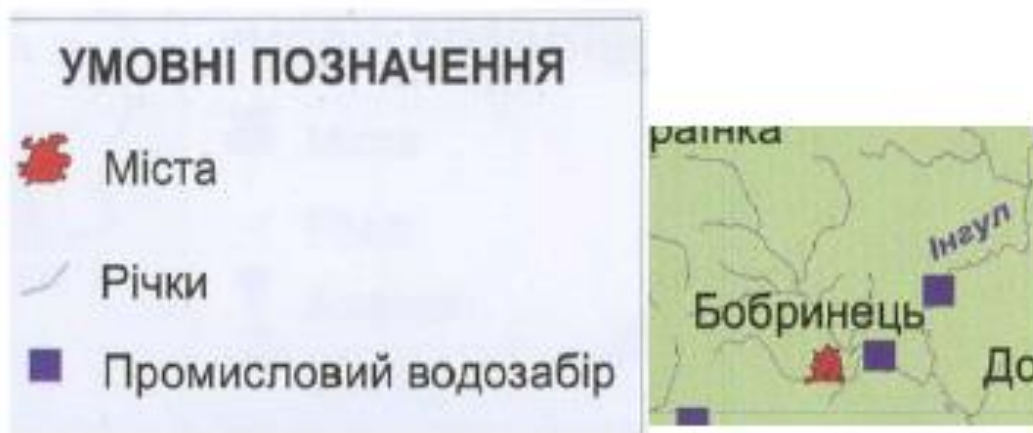


Рис 1.9 – Фрагмент аркушу карти «Водозабори» з нанесеною р. Сухоклія [2].

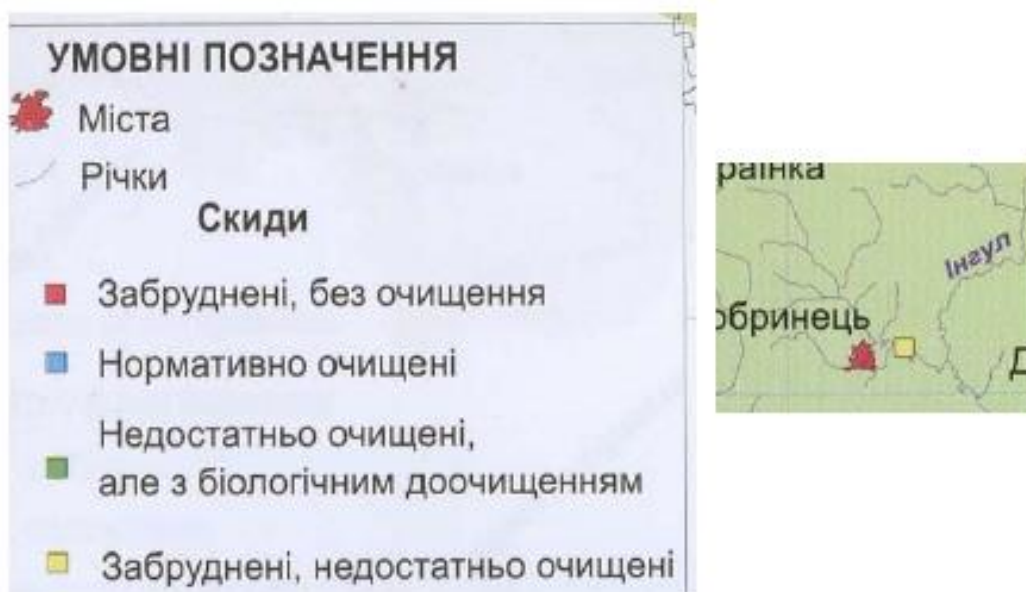


Рис 1.10 – Фрагмент аркушу карти «Скиди стічних і зворотних вод» з нанесеною р. Сухоклія [2].



Рис. 1.11 – Фрагмент аркушу карти «Урбанізовані території» з нанесеним розташуванням басейну р. Сухоклія [2].

Згідно рис. 1.12 в басейні р. Сухоклія існує низка пам'яток природи (4 заповідних урочища, 1 геологічна місцевого значення, 1 – ботанічна місцевого значення).



Рис. 1.12 – Фрагмент аркушу карти «Природно-заповідний фонд» з нанесеним розташуванням басейну р. Сухоклія [2].

Аналіз статистичної звітної літератури з екологічного стану Кіровоградської області [3-29] показав, що інформації по р. Сухоклія дуже мало. Так, в [3] 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.

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.

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.

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.

Основним водокористувачем – забруднювачем р. Сухоклія є КП «Міськводоканал» міста Бобринець. Очисні споруди та каналізаційні мережі міста працюють неефективно, природоохоронні заходи профілактичного характеру, що проводяться зазначеним підприємством, лише підтримують очисні споруди в робочому стані і не дозволяють очікувати поліпшення очистки. При потужності очисних споруд 400 м³ на добу завантаженість споруд складає 21,2 %, протяжність каналізаційних мереж 4,1 км. Всі стічні води, які скидаються в р. Сухоклія відносяться до категорії «недостатньо очищені».

Деяка інформація щодо обсягів забруднення річки Сухоклія недостатньо-очищеними стічними водами від зазначених установ наведена в табл. 2.1, 2.2.

Таблиця 1.1 – Обсяг водозабору і водовідведення в р. Сухоклія, 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.	2,77	0,381	0,03	0,03
2009 р.	2,67	0,425	0,038	0,038

Таблиця 1.2 – Огляд обсягів забруднення річки Сухоклія за окремі роки від КП «Міськводоканал» м. Бобринець

Рік	Обсяг об'ємів скидання, млн. м ³	
	всього	Недостатньо очищених
2007	0,035	0,035
2012	0,042	0,042
2013	0,039	0,039
2014	0,039	0,039
2015	0,045	0,045

За даними [3-29] в окремі роки гідрохімічні показники р. Сухоклія і їх відповідність нормам господарсько-питних ГДК нестійкі.

В 2012 р. річка Сухоклія, ліва притока р.Інгул, 26 км., м.Бобринець. Якість води питного водозабору для м.Бобринець відноситься до категорії помірно забрудненої. Води р.Сухоклія без попередньої підготовки мало придатні для споживання. За своїми показниками вода в р.Сухоклія не відповідала граничнодопустимим концентраціям встановлених для водойм господарсько-побутового водопостачання по наступним показникам, середньорічні значення яких становили: ХСК - $28,7 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$ (ГДК = 15,0), БПКп - $4,38 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$ (ГДК = 3,0), лужності - $6,85 \text{ мг}/\text{дм}^3$ (ГДК = 0,5-6,5), жорсткості - від $8,67 \text{ мг}/\text{дм}^3$ (ГДК = 7), сухому залишку - $1055 \text{ мг}/\text{дм}^3$ (ГДК = 1000), магнію - $53,5 \text{ мг}/\text{дм}^3$ (ГДК = 40,0) та показника рН середньорічне значення якого складало 8,61 (ГДК = 6,5-8,5). Спостерігався високий вміст сульфатів від 307 до $349 \text{ мг}/\text{дм}^3$ та завислих речовини - від 24,0 до $13,80 \text{ мг}/\text{дм}^3$ (ГДК=10,25). Нажаль, альтернативного джерела водопостачання м. Бобринець не має. Підземні води у цій місцевості мають ще більшу мінералізацію та високий вміст сульфатів і не придатні для споживання.

В 2013 році річка Сухоклія, ліва притока р.Інгул, 26 км., м. Бобринець. Якість води питного водозабору для м. Бобринець відноситься до категорії помірно забрудненої. Води р. Сухоклія без попередньої підготовки мало придатні для споживання. Протягом 2013 року у створі спостереження було відібрано 12 проб води на гідрохімічні показники та виконано 348 вимірювань, з яких 48, або 13,6%, перевищували встановлені гранично-допустимі концентрації. За своїми показниками вода в р. Сухоклія не відповідала гранично-допустимим концентраціям встановлених для водойм господарсько-побутового водопостачання по наступним показникам, середньорічні значення яких становили: ХСК - $27,8 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (ГДК=15,0 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$), БПКп - $4,09 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (ГДК=3,0

мгО₂/дм³), показник лужності - 6,53 мг/дм³ (ГДК - 0,5-6,5 мг/дм³), жорсткості - 8,72 мг-екв/дм³ (ГДК=7,0 мг-екв/дм³), по сухому залишку - 1053 мг/дм³ (ГДК=1000 мг/дм³) магнію - 61,4 мг/дм³ (ГДК = 40,0 мг/дм³). Кисневий режим водних об'єктів, джерел питного водопостачання, був задовільним. Вміст розчиненого кисню впродовж 2013 року залишався в межах 6,92 - 12,6 мгО₂/дм³ при нормі не менше 4,0 мгО₂/дм³. Загалом у створі спостереження р. Сухоклія м. Бобринець показники якості води, що перевищують норми ГДК, в порівнянні з минулим роком, практично не змінилися.

В 2014 році річка Сухоклія, ліва притока р.Інгул, м.Бобринець. Якість води питного водозабору для м.Бобринець відноситься до категорії помірно забрудненої. Води р.Сухоклія без попередньої підготовки мало придатні для споживання. Протягом 2014 року у створі спостереження було відібрано 12 проб води на гідрохімічні показники та виконано 348 вимірювань, з яких 54, або 15,5%, перевищували встановлені гранично-допустимі концентрації. За своїми показниками вода в р.Сухоклія не відповідала гранично-допустимим концентраціям встановлених для водойм господарсько-побутового водопостачання по наступним показникам, середньорічні значення яких становили: ХСК - 31,3 мгО₂/дм³ (норма - 15,0 мгО₂/дм³), БПКп - 4,01 мгО₂/дм³ (норма - 3,0 мгО₂/дм³), лужності - 6,88 мг/дм³ (ГДК - 0,5-6,5), жорсткості -8,30 мг/дм³ (ГДК - 7), сухому залишку - 1037 мг/дм³ (ГДК - 1000) магнію -59,9 мг/дм³ (ГДК - 40,0). Спостерігався високий вміст сульфатів, від 280 до 424 мг/дм³. На жаль, альтернативного джерела водопостачання у м.Бобринець немає. Підземні води у цій місцевості мають ще більшу мінералізацію та високий вміст сульфатів і не придатні для споживання. Загалом, у створі спостереження р.Сухоклія, м.Бобринець показники якості води, що перевищують норми ГДК, в порівнянні з минулим роком, практично не змінилися. Коефіцієнт забрудненості Кз=1,20.

В 2015 році річка Сухоклія, ліва притока р.Інгул, м.Бобринець. Якість води питного водозабору для м.Бобринець відноситься до категорії помірно забрудненої. Води р.Сухоклія без попередньої підготовки мало придатні для споживання. Протягом 2014 року у створі спостереження було відібрано 12 проб води на гідрохімічні показники та виконано 348 вимірювань, з яких 54, або 15,5%, перевищували встановлені гранично-допустимі концентрації. За своїми показниками вода в р.Сухоклія не відповідала гранично-допустимим концентраціям встановлених для водойм господарсько-побутового водопостачання по наступним показникам, середньорічні значення яких становили: ХСК - $35,3 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (норма - $15,0 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$), БПКп - $4,57 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (норма - $3,0 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$), жорсткості - $9,23 \text{ мг-екв}/\text{дм}^3$ (норма - $7,0 \text{ мг-екв}/\text{дм}^3$), магнію - $67,7 \text{ мг}/\text{дм}^3$ (норма - $40,0 \text{ мг}/\text{дм}^3$). На жаль, альтернативного джерела водопостачання у м.Бобринець немає. Підземні води у цій місцевості мають ще більшу мінералізацію та високий вміст сульфатів і не придатні для споживання. Загалом, у створі спостереження р.Сухоклія, м.Бобринець показники якості води, що перевищують норми ГДК, в порівнянні з минулим роком, підвищились.

В 2016 році річка Сухоклія, ліва притока р.Інгул, м.Бобринець. Якість води питного водозабору для м.Бобринця відноситься до категорії помірно забрудненої. Води р.Сухоклії без попередньої підготовки малопридатні для споживання. Протягом 2016 року у створі спостереження було відібрано 12 проб води на гідрохімічні показники та виконано 348 вимірювань, з яких 55, або 15,8 %, перевищували встановлені гранично-допустимі концентрації. За своїми показниками вода в р.Сухоклії не відповідала гранично-допустимим концентраціям встановлених для водойм господарсько-побутового водопостачання по наступних показниках, середньорічні значення яких становили: ХСК - $31,4 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (норма - $15,0 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$), БПКп - $4,09 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (норма - $3,0$

мгО₂/дм³), жорсткості - 8,67 мг-екв/дм³ (норма - 7,0 мг-екв/дм³), магнію - 62,9 мг/дм³ (норма - 40,0мг/дм³). На жаль, альтернативного джерела водопостачання у м.Бобринці немає. Підземні води у цій місцевості мають ще більшу мінералізацію та високий вміст сульфатів і не придатні для споживання. Загалом, у створі спостереження р.Сухоклія, м.Бобринець показники якості води, що перевищують норми ГДК, в порівнянні з минулим роком, підвищились.

В 2017 році річка Сухоклія, ліва притока р.Інгул, м.Бобринець. Якість води питного водозабору для м. Бобринця належить до категорії помірно забрудненої. Води р. Сухоклеї без попередньої підготовки малопридатні для споживання. Протягом 2017 року у створі спостереження було відібрано 13 проб води на гідрохімічні показники та виконано 377 вимірювань. За своїми показниками вода в р.Сухоклеї не відповідала гранично-допустимим концентраціям встановлених для водойм господарсько-побутового водопостачання за наступними показниками, значення яких становили: ХСК від 25,5 до 35,1 мгО₂/дм³ (норма - 15,0 мгО₂/дм³), БПКп -3,84- 4,46 мгО₂/дм³ (норма - 3,0 мгО₂/дм³). На жаль, альтернативного джерела водопостачання у м.Бобринці немає. Підземні води у цій місцевості мають ще більшу мінералізацію та високий вміст сульфатів і не придатні для споживання. Загалом, у створі спостереження р.Сухоклія, м.Бобринець показники якості води, що перевищують норми ГДК, в порівнянні з минулим роком, підвищились.

В табл. 1.3. наводиться інформація по середньорічним концентраціям гідрохімічних показників р. Сухоклія біля м. Бобринець у вигляді кратності перевищення господарсько-питних норм ГДК. Можна зробити висновок, що у воді р. Сухоклія постійно відзначається наднормативний вміст органічних речовин по БСК₅, підвищена мінералізація. Решта показників – в межах норми.

Таблиця 1.3 – Гідрохімічні показники р. Сухоклія, права притока р. Інгул 26 км, м. Бобринець, питний водозабір в окремі роки у вигляді кратності перевищення господарсько-питних норм ГДК

Рік	ЗР	БСК ₅	Мінералізація	сульфати	хлориди	Азот амонійний	нітраги	НП	нітрити	фосфати	залізо	мідь	АПАР
2012	0,54	1,10	1,06	0,61	0,24	0,10	0,08	0,2	0,02	0,03	0,23	0,03	0,15
2013	0,39	1,03	1,05	0,77	0,25	0,13	0,06	0,2	0,02	0,05	0,2	0,03	0,15
2014	0,34	1,34	1,04	0,72	0,25	0,16	0,05	-	0,02	0,07	0,10	0,02	0,10
2015	0,51	1,52	1,2	0,86	0,29	0,15	0,04	-	0,02	0,02	0,17	0,02	0,10
2016	0,50	1,02	1,16	0,84	0,28	0,15	0,05	-	0,02	0,01	0,13	0,02	0,10
2017	0,77	1,1	1,13	3,91	0,32	0,76	0,09	-	1,13	0,07	0,5	0,95	0,2



Рис 1.13 – Річка Сухоклія біля міста Бобринець

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОХІМІЧНИХ ЗВ'ЯЗКІВ МІЖ ОКРЕМИМИ ПОКАЗНИКАМИ ВОДИ Р. СУХОКЛЯ НА ОСНОВІ КОРЕЛЯЦІЙНОГО АНАЛІЗУ

2.1 Опис методики дослідження [31]

З наукової точки зору важливим є пошук взаємозв'язків між вмістом у воді окремих гіdroхімічних 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 гіdroхімічний режим річок. В такому випадку статистичні методи (кореляційний аналіз) можуть бути застосовані для пошуку, опису і моделювання багатьох гіdroхімічних процесів, особливо на початкових етапах гіdroхімічних досліджень. .

Потреба у розвитку системи контролю гіdroхімічних 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 гіdroхімічного районування річок України.

На концентрацію гіdroхімічних показників можуть впливати:

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

В роботі для оцінки зв'язків між гіdroхімічними 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:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (\Delta x \cdot \Delta y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \Delta x^2 \cdot \sum_{i=1}^n \Delta y^2}}, \quad (2.1)$$

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:

$$m_r = \frac{1 - r_{xy}^2}{\sqrt{n - 2}}, \quad (2.2)$$

де n – об'єм вибірки.

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

$$t = \frac{|r_{xy}|}{m_r}. \quad (2.3)$$

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

2.2 Аналіз вхідних даних

Фізико-географічні умови басейну річки Сухоклія 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.

Для характеристики гідрохімічного режиму р. Сухоклія використані дані ДАВРУ за 2010 - 2018 рр. (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Межі коливань концентрацій гідрохімічних показників р. Сухоклія – м. Бобринець, 26 км від гирла, питний водозабір м. Бобринець (2010 - 2018 рр., дані ДАВРУ), мг/дм³

Вміст	БСК ₅	ЗР	O ₂	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NH ₄	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	P _{min}	СПАР	ПО	ХСК
Макс.	4,29	36,6	13,2	499	140	1	11,8	0,4	0,52	0,06	13,1	43,8
Мін.	2,36	5	6,89	241	50,9	0,04	0,04	0,01	0,01	0,01	6,08	4,29
Сер.	3,22	9,97	9,44	392	91,9	0,36	2,68	0,06	0,12	0,03	8,98	30,4

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 Рів 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.

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 легкорозчинні 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.

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. Сухоклія - м. Бобринець змінювався в межах 241 - 499 мг/дм³.

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. Сухоклія у концентраціях від 50,9 до 140 мг/дм³.

Іон кальцію 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 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.

Водневий показник (pH) обумовлений наявністю вільних іонів водню. Маючи сезонний характер коливань, що обумовлено, у першу чергу, гідробіологічними процесами, величина pH є досить стабільним показником. Різка зміна pH 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 Сухоклія за даними ДАВРУ має невеликий вміст зважених часток (від 5 до 36,6 мг/дм³) що є наслідком надмірного зарегулювання річки ставками і відстоюванням води в них.

Вміст у воді р.Сухоклія 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.Сухоклія становив від 6,89 до 13,2 мгО/дм³.

Хімічне споживання кисню ХСК є показником забруднення води, за даними спостережень ДАВРУ у воді р.Сухоклія цей показник змінювався від 4,29 до 43,8 мг/дм³. Вміст органічних речовин у воді за показником перманганатної окиснюваності ПО досить значний і складав від 6,08 до 13,1 мгО/дм³.

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 2,36 до 4,29 мгО/дм³.

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.

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. Сухоклія становила від 0,04 до 1 мг/дм³.

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. Сухоклія становила від 0,01 до 0,4 мг/дм³.

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 поверхневі води являються атмосферні опади. Концентрація нітратного азоту у воді р. Сухоклія змінювалась від 0,04 до 11,8 мг/дм³.

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. Сухоклія поблизу м. Бобринець становив від 0,01 до 0,52 мг/дм³.

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 поверхневі води, слід віднести процеси хімічного вивітрювання гірських порід. Значна кількість розчинних сполук заліза надходить у поверхневі водні об'єкти з підземним стоком, внаслідок підземного живлення, зі стічними водами різних галузей промисловості і сільського господарства, зливовими стічними водами, поверхнево-схоловим стоком з урбанізованих територій та сільськогосподарських угідь.

Вміст у водах р.Сухоклія 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. Сухоклія у багатьох випадках є максимальним під час паводків і водопілля, що пояснюється їх змивом 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. Сухоклія коливається від 0,01 до 0,06 мг/дм³.

2.3 Аналіз отриманих результатів

За даними спостережень ДАВРУ була складена кореляційна матриця за окремими гідрохімічними показниками р. Сухоклія за 2010 – 2018 рр. (табл 2.2). Всього використано 12 показників: БСК, завислі речовини, кисень, сульфати, хлориди, сполуки азоту, фосфати, окиснюваність і СПАР. Аналіз показує, що існує лише один корелятивно значимий прямий по знаку зв'язок між вмістом сульфатів і азоту амонійного. Тобто, зростання вмісту у воді р. Сухоклія вмісту одного з показників супроводжується збільшенням концентрації іншого. Така ситуація може бути пояснена тим, що підземні води в басейні річки є високо мінералізованими з підвищеним вмістом сульфатів. Також азот амонійний і сульфати синхронно потрапляють в річку

із стічними водами міста Бобринець і поверхневим стоком з сільгоспугідь, де широко застосовують амонійні добрива.

Таблиця 2.2 – Кореляційна матриця окремих гідрохімічних показників р. Сухоклія (2010-2018 рр.) за даними ДАВРУ

	ЗР	O ₂	SO ₄	Cl	NH ₄	NO ₃	NO ₂	P _{min}	СПАР	ПО	ХСК
БСК ₅	-	0,36	-0,40	0,13	0,20	0,02	-0,34	-0,13	-0,21	0,40	0,20
ЗР		-	-0,36	0,09	-0,04	0,03	-0,26	-0,20	-0,25	0,23	0,04
O ₂			-	-0,10	0,01	-0,15	0,54	0,19	-0,05	-0,36	-0,22
SO ₄				-	0,68	0,20	-0,14	-0,12	0,02	-0,08	0,34
Cl					-	0,34	-0,14	-0,11	-0,02	-0,16	0,40
NH ₄						-	-0,05	0,04	0,02	-0,05	0,11
NO ₃							-	0,17	0,03	-0,22	-0,44
NO ₂								-	0,20	0,09	-0,10
P _{min}									-	0,00	0,03
СПАР										-	-0,05
ПО											-



Рис 2.1 – Річка Сухоклія в межах урочища Перелосне

3 ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД Р. СУХОКЛЯ

3.1 Опис методики дослідження [31].

Важливим елементом системи моніторингу водних об'єктів є оцінка їх стану, що включає етапи вибору показників (характеристик) і їх вимір. Під станом водної екосистеми розуміється характеристика цієї екосистеми за сукупністю кількісних і якісних біогенних, абіогенних і антропогенних показників стосовно до видів водокористування. Виходячи з цього визначення, для характеристики стану водної екосистеми необхідні оцінки, що дають повну всебічну інформацію не тільки про склад і властивості води, але і про що протікають у водному об'єкті процесах, які створюють середовище проживання для гідробіонтів, що сприяють самоочищенню води і формування її якості. Однак на даному етапі таке комплексне оцінювання є неможливим через відсутність екологічних нормативів (гранично допустимих екологічних навантажень), розробка яких є досить важким завданням через слабку вивченість всіх взаємодіючих факторів, процесів, явищ, відповідальних за стан водної екосистеми та її відгук на антропогенний вплив. Тому на практиці застосовується спрощений підхід, при якому біотична і абіотична складові екосистеми, а також характеризуючи їх показники розглядаються і оцінюються окремо і сукупно з використанням існуючих критеріїв (гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин - ГДК) і класифікацій для різних видів водокористування.

До теперішнього часу сформувалися два основних способи оцінки якості вод водних об'єктів - гідробіологічний і гідрохімічний. У ряді випадків використовуються такі способи оцінки, як термодинамічний і біохімічний.

В гідрохімічних методах, за допомогою яких оцінюється якість поверхневих вод, в залежності від складу і кількості аналітичних даних виділяється кілька основних видів оцінки: поодинокі, непрямі і комплексні.

Перші два види використовуються давно і стали традиційними. Поява нового виду оцінок - комплексних - була пов'язана з необхідністю мати чітке уявлення про ступінь і характер забруднення вод, обумовлений антропогенним впливом.

Поодинокі оцінки отримують, як правило, шляхом зіставлення даних по хімічному складу вод з існуючими нормативами (ГДК). Непрямі оцінки об'єднують такі характеристики, як ступінь метаморфізації органічної речовини, стійкість органічної речовини до окислення, питома окислюваність, тощо. Комплексні оцінки включають різні коефіцієнти, індекси і класифікації забрудненості поверхневих вод.

Коефіцієнти забрудненості води є найбільш абстрактними показниками, найчастіше враховують невелике число елементів складного об'єкта комплексного оцінювання. Застосовуються коефіцієнти забрудненості води, комплексної забрудненості води, модульний коефіцієнт виносу забруднюючих речовин, показники відносної тривалості і відносних обсягів забрудненого і чистого водного стоку та ін.

Індекс якості води - це узагальнена числова оцінка якості води за сукупністю основних показників і видів водокористування. Як правило, індекси - це формалізовані показники забрудненості води, що об'єднують ширші групи натуральних показників, з більшим ступенем об'єктивності враховують особливості водного об'єкта і мають у зв'язку з цим більш складну структуру. Такі формалізовані показники забезпечують більш різнобічну і адекватну оцінку якості води. До них відносяться індекс якості води, комбінаторний індекс забрудненості води, загальносанітарний індекс якості води, гідрохімічний індекс якості води, комплексна оцінка ступеня забруднення водойм токсичними речовинами та ін.

Систематизація якості поверхневих вод на основі певних критеріїв призводить до необхідності розробки різних класифікацій забрудненості або якості води водних об'єктів. Найчастіше при класифікації якості поверхневих вод проводять зіставлення розрахованих певним чином концентрацій речовин з відповідними нормативними або інтервальними значеннями, встановленими для кожного класу якості. В інших випадках класифікацію якості поверхневих вод здійснюють за значеннями індексів, розрахованих за різними схемами, наприклад, класифікація за значенням загальносанітарного індексу якості води та індексу забрудненості або класифікація за значенням комбінаторного індексу забрудненості і т. д. Як правило, класифікація якості поверхневих вод включає 5 -6 класів, що дозволяють ранжувати якість води від чистої або дуже чистої до брудної або дуже брудною.

Методи комплексної оцінки забрудненості поверхневих вод розрізняються за цілями використання, принципом розробки, критеріям оцінки, обсягом і характером наявної інформації, а також способу формалізації даних.

Дана методика 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.

Методика екологічної оцінки якості води 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

$$I_e = \frac{(I_1 + I_2 + I_3)}{3}, \quad (3.1)$$

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.

3.2 Опис постів моніторингу і вихідних даних

Моніторинг якості води р. Сухоклія в посту м. Бобринець, питний водозабір міста, 26 км від гирла річки здійснює Лабораторія моніторингу вод та ґрунтів Регіонального офісу водних ресурсів у Кіровоградській області, дані розміщено на інтернет ресурсі Державного агентства водних ресурсів України (ДАВРУ) [30] за посиланням: <http://watermon.iisd.com.ua/EcoWaterMon/MapEcoWaterMon/Index>.

За 2010 – 2018 рр. на посту моніторингу було відібрано та опрацьовано 101 проба води. В публічному доступі розміщено результати аналізів – концентрації 12 гідрохімічних показників – біохімічного поживання кисню за 5 діб, завислих речовин, розчиненого кисню, сульфатів, хлоридів, азоту амонійного, нітратного, нітритного, фосфатів, СПАР аніоногенних,

перманганатної окиснюваності, хімічного споживання кисню. 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.

3.3 Аналіз результатів екологічної оцінки якості води басейну р. Сухоклія

Орієнтовна екологічна оцінка якості води р. Сухоклія за період 2010-2018 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 3.1 і рисунок 3.1 для загального аналізу отриманих результатів.

Аналіз даних табл. А.2 показав, що за різними показниками ступінь забруднення вод р. Сухоклія неоднаковий.

Забрудненість води органічними речовинами за показником БСК₅ стабільно відповідає 4 категорії III класу (води «задовільні» за станом, «слабо забруднені» за чистотою). Рівень забруднення вод органічними речовинами за показниками окиснюваності (ХСК, ПО) і СПАР дещо вищий і в основному є перехідним між 4 і 5 категоріями III класу (води «задовільні» за станом і «забруднені» за чистотою).

Кисневий режим р.Сухоклія за середніми значеннями показника відповідав 1-2 категоріям (води «відмінні-дуже добрі» за станом і «дуже чисті-чисті» за чистотою). В той же час за найгіршими значеннями ситуація помітно інша - від 3 до 4 категорії (води «добрі-задовільні» за станом і «досить чисті-слабо забруднені» за чистотою). Нестійкий кисневий режим

вказує на регулярні випадки нестачі кисню у воді внаслідок забруднення річки Сухоклія стічними водами і негативно впливає на стан водної екосистеми річки (замори), перевищуючі можливості до самоочищення. Аналіз екологічної якості за сульфатами показав, що їх природний високий вміст робить воду р. Сухоклія екологічно несприятливою - по всіх показниках і роках стабільно 7 категорія (води «дуже погані», «дуже брудні»). За хлоридами ситуація дещо краща - від 3 до 4 категорії.

Щодо концентрацій біогенних сполук: і по фосфатах і по сполукам азоту ситуація однакова і рівень забруднення води р. Сухоклія відповідає 5-7 категоріям якості (класи III - V), вода «задовільна-погана» за станом і «забруднена-дуже брудна» за чистотою. Очевидно, що екосистема річки не в змозі суттєво покращити свій стан і очиститись від міогенів, які потрапляють в річку з стічними водами та поверхневим стоком з сільгоспугідь.

Таблиця 3.1 – Значення екологічних індексів якості води за середніми і найгіршими значеннями показників складу води р. Сухоклія – м. Бобринець за даними ДАВРУ за період 2010-2018 рр.

Роки	I _е макс	I _е сер
2010	4,25	3,67
2011	5,17	4,08
2012	5,25	4,17
2013	5,08	4,25
2014	4,92	4,25
2015	5,00	4,25
2016	4,75	4,00
2017	5,08	4,25
2018	5,08	4,17

В цілому, як видно з таблиці 3.1, за період 2010 – 2018 рр. значення екологічного індексу якості вод р. Сухоклія по середнім концентраціям показників змінювалось від 3,67 до 4,25 балів і відповідало III класу якості

(за станом води «задовільні», за чистотою «слабо забруднені»). За найгіршими значеннями показників екологічний індекс змінювався від 4,25 до 5,25 балів і відповідав III класу 4-5 категорії (стан вод «задовільні», чистота «забруднені»).

Тобто, можна говорити про тяжіння вод р. Сухоклія за екологічним станом до III класу якості вод за період 2010-2018 рр.

Щодо хронологічних тенденцій зміни екологічних індексів у часі, то на графіку рис. 3.1 можна побачити, що динаміка індексів по середнім і максимальним значенням показників синхронна, є слабо виражена тенденція до зростання величин екологічних індексів, що означає погіршення екологічного стану річки Сухоклія (в т.ч. не виключено, що за рахунок кліматичних змін - зростання посушливості).

Екологічний стан річки 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.

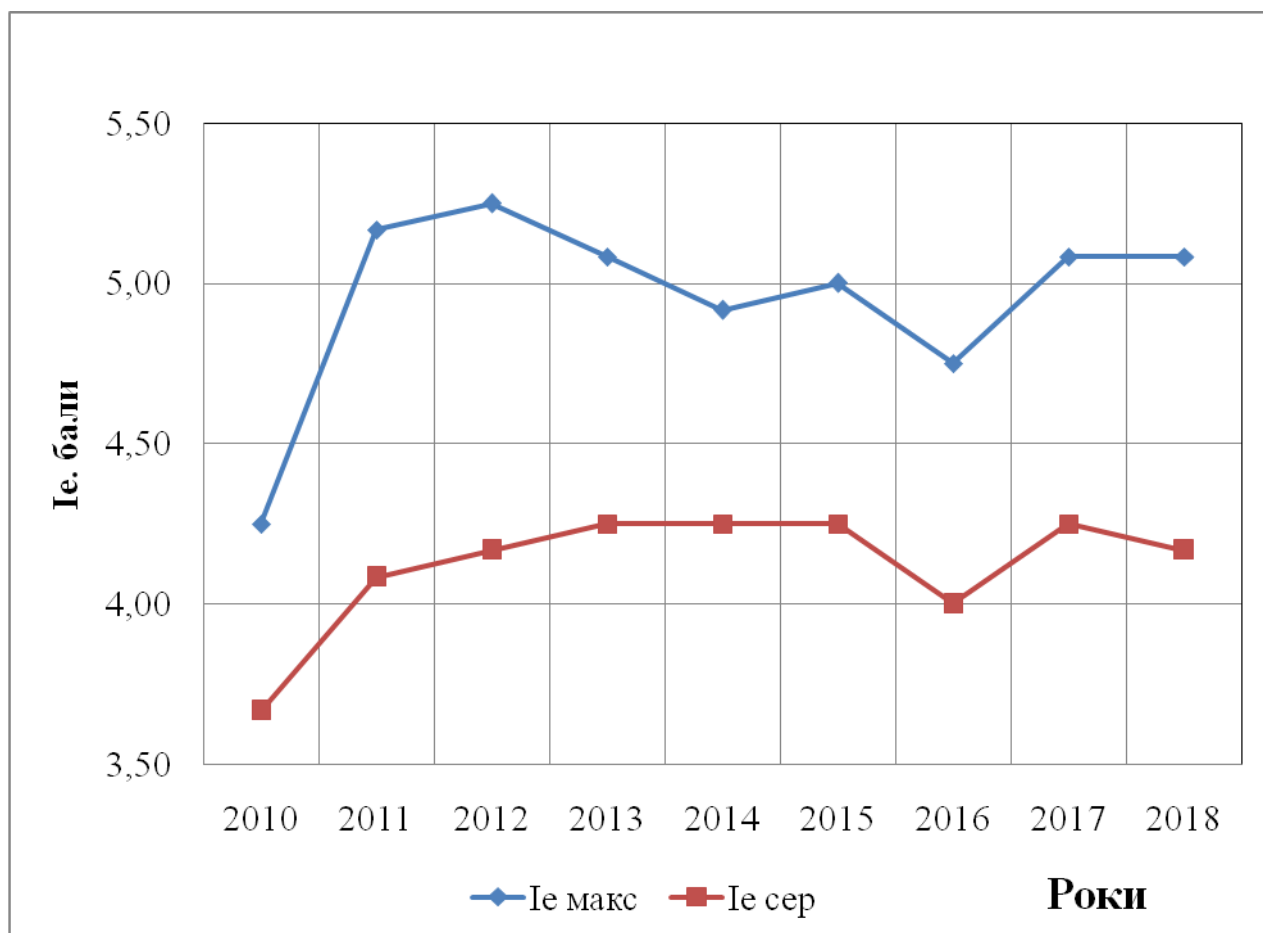


Рис. 3.1 – Хронологічний графік зміни екологічних індексів якості води р. Сухокля – м. Бобринець за даними ДАВРУ в 2010-2018 рр.

ВИСНОВКИ

В роботі було досліджено якість вод річки Сухоклія за даними спостережень поста ДАВРУ в місті Бобринець, 2010–2018 рр.

На режим річки впливає антропогенна діяльність: багато водойм, які ускладнюють водообмін і регулюють стік води і мають комплексне використання. В басейні р. Сухоклія розташований 1 водозабір і 1 джерело скиду неочищених стічних вод від КП «Бобринецьводоканал».

В цілому за період 2010 – 2018 рр. значення екологічного індексу якості вод р. Сухоклія по середнім концентраціям показників відповідало III класу якості (за станом води «задовільні», за чистотою «слабо забруднені»). За найгіршими значеннями показників екологічний індекс відповідав III класу 4-5 категорії (стан вод «задовільні», чистота «забруднені»). Тобто, можна говорити про тяжіння вод р. Сухоклія за екологічним станом до III класу якості вод за період 2010-2018 рр.

Щодо хронологічних тенденцій зміни екологічних індексів у часі, то динаміка індексів по середнім і максимальним значенням показників синхронна, є слабо виражена тенденція до зростання величин екологічних індексів, що означає погіршення екологічного стану річки Сухоклія (в т.ч. не виключено, що за рахунок кліматичних змін - зростання посушливості).

Екологічний стан річки 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.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Т.6.Украина и Молдавия. – Вып.1. Западная Украина и Молдавия /под ред. М.С.Каганера. – Л.: Гидрометиздат, 1969.-900 с.

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

3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. 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.

11. 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.

12. 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.

13. 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.

14. 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.

15. 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.

16. 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.

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

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

19. Екологічний паспорт Кіровоградської області за 2007 р. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Кіровоградській області. Кіровоград: 2008. – 107 с.

20. Екологічний паспорт Кіровоградської області за 2008 р. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Кіровоградській області. Кіровоград: 2009. – 40 с.

21. Екологічний паспорт Кіровоградської області за 2009 р. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Кіровоградській області. Кіровоград: 2010. – 120 с.

22. Екологічний паспорт Кіровоградської області за 2010 р. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Кіровоградській області. Кіровоград: 2011. – 98 с.

23. Екологічний паспорт Кіровоградської області за 2011 р. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Кіровоградській області. Кіровоград: 2012. – 80 с.

24. Екологічний паспорт Кіровоградської області за 2012 р. Департамент екології та природних ресурсів Кіровоградської обласної державної адміністрації. Кіровоград: 2013. – 100 с.

25. Екологічний паспорт Кіровоградської області за 2013 р. Департамент екології та природних ресурсів Кіровоградської обласної державної адміністрації. Кіровоград: 2014. – 87 с.

26. Екологічний паспорт Кіровоградської області за 2014 р. Департамент екології та природних ресурсів Кіровоградської обласної державної адміністрації. Кіровоград: 2015. – 132 с.

27. Екологічний паспорт Кіровоградської області за 2015 р. Департамент екології та природних ресурсів Кіровоградської обласної державної адміністрації. Кіровоград: 2016. – 135 с.

28. Екологічний паспорт Кіровоградської області за 2016 р. Департамент екології та природних ресурсів Кіровоградської обласної державної адміністрації. Кіровоград: 2017. – 139 с.

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

30. Дані по хімічному складу води р. Сухоклія в пункті моніторингу м. Бобринець, питний водозабір, 26 км від гирла. Державне агентство водних ресурсів України. Режим доступу: <http://watermon.iisd.com.ua/EcoWaterMon/MapEcoWaterMon/Index>

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

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

33. 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 // WatermanagementEngeneering. Vilania.-2005. – Vol.2(5). – P.15-24.

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Середні та найгірші концентрації окремих гідрохімічних показників
р. Сухоклія – м. Бобринець за період 2010 - 2018 рр. за даними ДАВРУ

Рок и	2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018	
Значе ння	серед нє	найгір ше	Серед нє	найгір ше	серед нє	найгір ше	серед нє	найгір ше	серед нє	найгір ше	серед нє	найгір ше	серед нє	найгір ше	серед нє	найгір ше	серед нє	Найгір ше
БСК ₅	3,25	4,29	3,40	4,01	3,29	3,96	3,08	3,37	3,02	3,93	3,44	3,94	3,07	3,47	3,14	3,35	3,31	3,77
ЗР	15,1	24	12,2	36,6	10,8	14,4	7,74	15,2	6,81	9,2	10,2	17,4	10,1	14,5	7,89	13,7	12,0	22,2
O ₂	8,97	6,89	9,24	7,05	9,72	6,99	8,87	7,04	9,57	7,45	9,69	7,88	9,59	7,78	9,43	7,2	9,65	7,21
SO ₄	348	391	348	443	371	499	387	490	358	424	429	480	420	484	391	468	460	496
Cl	83,2	89,4	82,0	98,3	85,7	121	86,1	140	87,4	94,8	103	125	97,2	130	96,3	112	102	119
NH ₄	0,31	0,35	0,29	0,59	0,26	0,53	0,34	1	0,42	0,63	0,38	0,71	0,4	0,55	0,38	0,51	0,41	0,89
NO ₃	0,37	0,45	3,45	10,1	3,55	11,8	2,76	9,26	2,22	5,56	1,86	5,21	2,14	6,94	3,44	8,42	3,25	8,17
NO ₂	0,02	0,05	0,07	0,13	0,08	0,22	0,05	0,07	0,07	0,4	0,06	0,16	0,05	0,1	0,09	0,19	0,05	0,12
P _{min}	0,03	0,04	0,06	0,15	0,11	0,35	0,16	0,34	0,23	0,38	0,06	0,22	0,05	0,17	0,22	0,52	0,12	0,41
СПАР	0,02	0,02	0,04	0,06	0,03	0,06	0,03	0,05	0,02	0,04	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03
ПО	9,30	10,5	7,54	10,1	8,58	10,6	9,17	12,2	8,64	10,6	10,1	13,1	10,0	11,2	9,01	11,2	7,68	8,96
ХСК	31,7	43,8	28,7	36,2	28,9	34,0	27,8	37,1	29,1	37,9	35,3	41,8	31,4	39,6	30,7	35,1	30,4	33,0

