

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний  
Кафедра гідроекології  
та водних досліджень

### **Бакалаврська кваліфікаційна робота**

на тему: Якість води р.Сухоклія для рибогосподарських потреб

Виконав студент 4 року навчання \_  
групи ЕГ-43  
Напрямок підготовки 6.040106  
«Екологія, охорона навколишнього  
середовища та збалансоване  
природокористування»  
Фульга Ростислав Іванович  
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»

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

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**  
Завідувач кафедри  
гідроекології та водних  
досліджень  
д. геогр. н., проф. Лобода Н.С.  
**«18». «04» 2019 року**

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**  
Фульзі Ростиславу Івановичу

1. Тема роботи: «Якість води р.Сухоклія для рибогосподарських потреб»  
керівник роботи: Яров Ярослав Сергійович, старший викладач  
затверджені: наказом закладу вищої освіти від 7.12.2019 року №343-С
2. Строк подання студентом проекту: 08.06.2019 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 якості води за різними методами.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
  - 1) карти – схеми природних і господарських умов дослідного району;
  - 2) хронологічні графіки змін якості води.

**6. Консультанти розділів роботи**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4.1. 4.2	Лобода Н.С., д.геогр.н., професор	18.04.2019	18.04.2019

7. Дата видачі завдання: 18.04.2019 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	18.04-30.04.2019	60	задовільно
2.	Аналіз вхідної гідрохімічної інформації	1.05-9.05.2019	60	задовільно
3.	Оцінка якості води за гідрохімічними показниками по методу КІЗ та ІЗВ	10.05-12.05.2019	60	задовільно
4.	Рубіжна атестація	13-19.05.2019	60	задовільно
5.	Аналіз отриманих результатів, оформлення роботи за ДСТУ	20.05 – 1.06.2019	60	задовільно
6.	Підготовка доповіді та презентації	2.06 – 7.06.2019	60	задовільно
7.	Подання на кафедрі.	8.06.2019	60	задовільно
6	Перевірка на плагіат	10.06.2019	60	задовільно
7.	Рецензування	11.06.2019	-	-
Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)			60	задовільно

Студент:

\_\_\_\_\_ (підпис)

Фульга Р.І.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи:

\_\_\_\_\_ (підпис)

Яров Я.С.

(прізвище, ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Фульга Р.І. Якість води р. Сухоклія для рибогосподарських потреб. – Рукопис. – Одеський державний екологічний університет. – Одеса, 2019.

**Актуальність.** Дослідження хімічного складу та якості річкових вод українських малих річок є вісьма актуальними, так як відчиняють можливості оцінки як природних особистостей формування складу річкових вод, так і дозволяє виявити наявність забруднювачів антропогенного характеру і їх основних показників.

**Мета роботи:** дослідження хімічного складу і характеристик якості річкових вод в басейні річки Сухоклія, однієї з правих приток річки Інгул, за даними багаторічних спостережень на постах в системі державного водного агентства України.

Предмет дослідження: гідрохімічні показники і якість вод р. Сухоклія.

Об'єкт дослідження: басейн річки Сухоклія.

Дипломна робота складається з 4 розділів: у першому розглядаються природні умови басейну р. Сухоклія; у другому надаються відомості, про антропогенний вплив в басейні р. Сухоклія; у третьому описані пункти моніторингу, вхідні дані, методика оцінки якості води; в четвертому виконана оцінка якості води за гідрохімічними показниками.

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, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	СИМВОЛІВ,	7
ВСТУП		8
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БАСЕЙН РІЧКИ СУХОКЛІЯ		9
2 ВІДОМОСТІ ПРО АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ В БАСЕЙНІ РІЧКИ СУХОКЛІЯ		17
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПУНКТІВ МОНІТОРИНГУ, ВХІДНИХ ДАНИХ, МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВОДИ		27
3.1 Характеристика пунктів моніторингу та вхідних даних		27
3.2 Характеристика вимог до якості вод для різних потреб		27
3.3 Методика оцінки якості води за показником індексу забруднення		34
ІЗВ		
3.4 Методика оцінки якості води за показником КІЗ		36
4 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ЗА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ		43
4.1 Аналіз результатів за методом ІЗВ		43
4.2 Аналіз результатів за методом КІЗ		45
ВИСНОВКИ		48
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ		49

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,  
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

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

р. – річка (або - рік);  
КІЗ – комбінаторний індекс забруднення;  
ПКІЗВ – питомий комбінаторний індекс забруднення води;  
ІЗВ – індекс забруднення води;  
ДСТУ – державний стандарт України;  
м. – місто (або – метри);  
ГДК – гранично допустима концентрація;  
км – кілометр  
с. – селище;  
рис. – рисунок;  
табл. – таблиця;  
°С – градуси Цельсія;  
мм. – міліметри;  
га – гектар;  
в т.ч. – в тому числі;  
млн.. – мільйон;  
м<sup>2</sup> – метри квадратні;  
м<sup>3</sup> – метри кубічні;  
ДКП – державне комунальне підприємство;  
БСК<sub>5</sub> – біологічне споживання кисню за 5 діб;  
ГДС – гранично допустимий скид;  
ГТС – гідротехнічні споруди;  
г – грам;  
г/дм<sup>3</sup> – грам на дециметр кубічний;  
дм<sup>3</sup> – дециметр кубічний;  
км<sup>2</sup> – кілометр квадратний;  
ЛОЗ – лімітуюча ознака забруднення;  
м абс – метри абсолютної системи висот;  
м<sup>3</sup>/с – метри кубічні за секунду;

м/с – метри за секунду;

мг/дм<sup>3</sup> – міліграм на дециметр кубічний;

мг-екв/дм<sup>3</sup> – міліграм еквівалента на дециметр кубічний;

НС – насосна станція;

ОДЕКУ – Одеський державний екологічний університет;

ПЗС – прибережна захисна смуга;

с – секунда;

СЕС – санітарно епідеміологічна служба;

см – сантиметри;

СПАР – синтетичні поверхнево активні речовини;

ХСК – хімічне споживання кисню;

ДАВРУ – Державне агентство водних ресурсів України;

ЄС – Європейський союз;

ЛОЗ – лімітуючи ознака забрудненості;

ЗС – зрошувальна система

## ВСТУП

**Актуальність.** Дослідження хімічного складу та якості річкових вод українських малих річок є вісьма актуальними, так як відчиняють можливості оцінки як природних особистостей формування складу річкових вод, так і дозволяє виявити наявність забруднювачів антропогенного характеру і їх основних показників.

**Мета роботи:** дослідження хімічного складу і характеристик якості річкових вод в басейні річки Сухоклія, однієї з правих приток річки Інгул за даними багаторічних спостережень на постах в системі державного водного агентства 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, перманганат на окиснюваність, хімічне споживання кисню, за допомогою яких виконуються оцінка якості води різними методами.

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

Головні результати досліджень по темі роботи приймали участь в проведенні щорічного конкурсу наукових робіт студентів ОДЕКУ в 2018 р. та опубліковані в збірнику тез конференції молодих вчених ОДЕКУ по секції кафедри гідроекології та водних досліджень в травні 2019 р.

## 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БАСЕЙН РІЧКИ СУХОКЛІЯ

р. Сухоклія має довжину 58 км, середній ухил 2,0 ‰ (рис. 1.1).



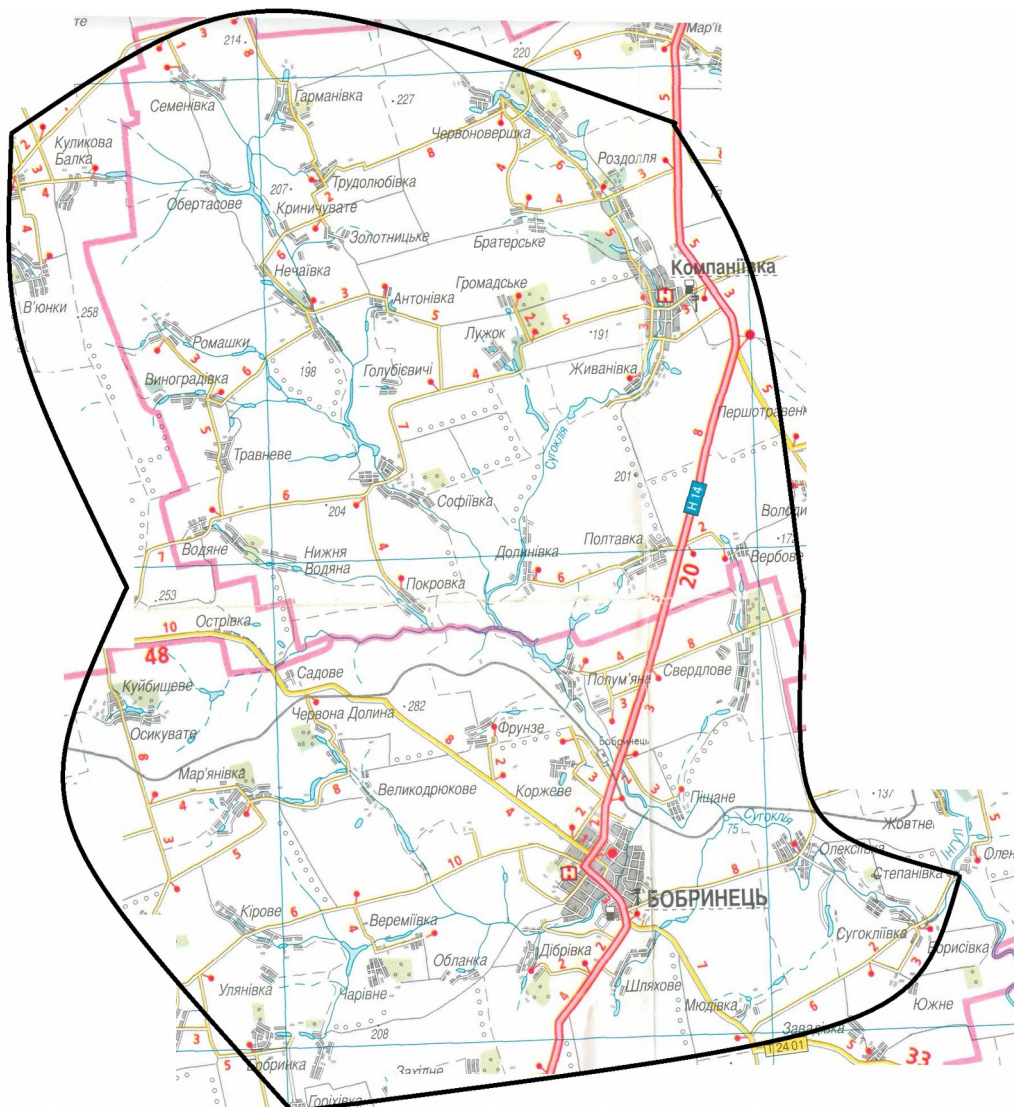


Рис. 1.1 – Схема басейну р. Сухоклія

Річка [1] бере початок з джерел у верхній околиці с. Семенівка Компаніївського району Кіровоградської області, впадає в р. Інгул з 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)

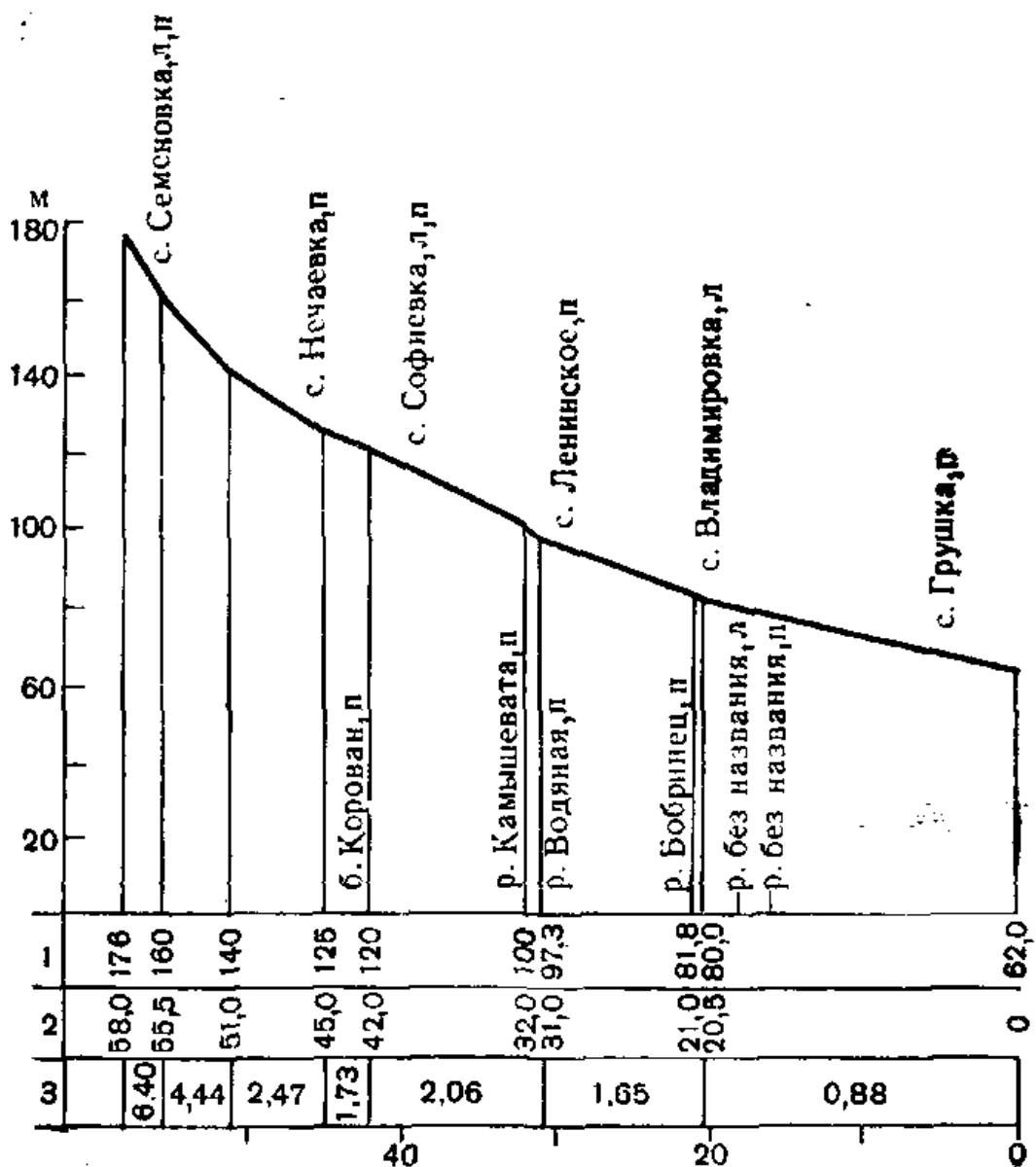


Рис. 1.2 – Схематичний прокольний профіль р. Сухоклія [1]

Площа водозбору 983 км<sup>2</sup>. 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. Грунти пилувато-важкосуглиністі, грунти 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).

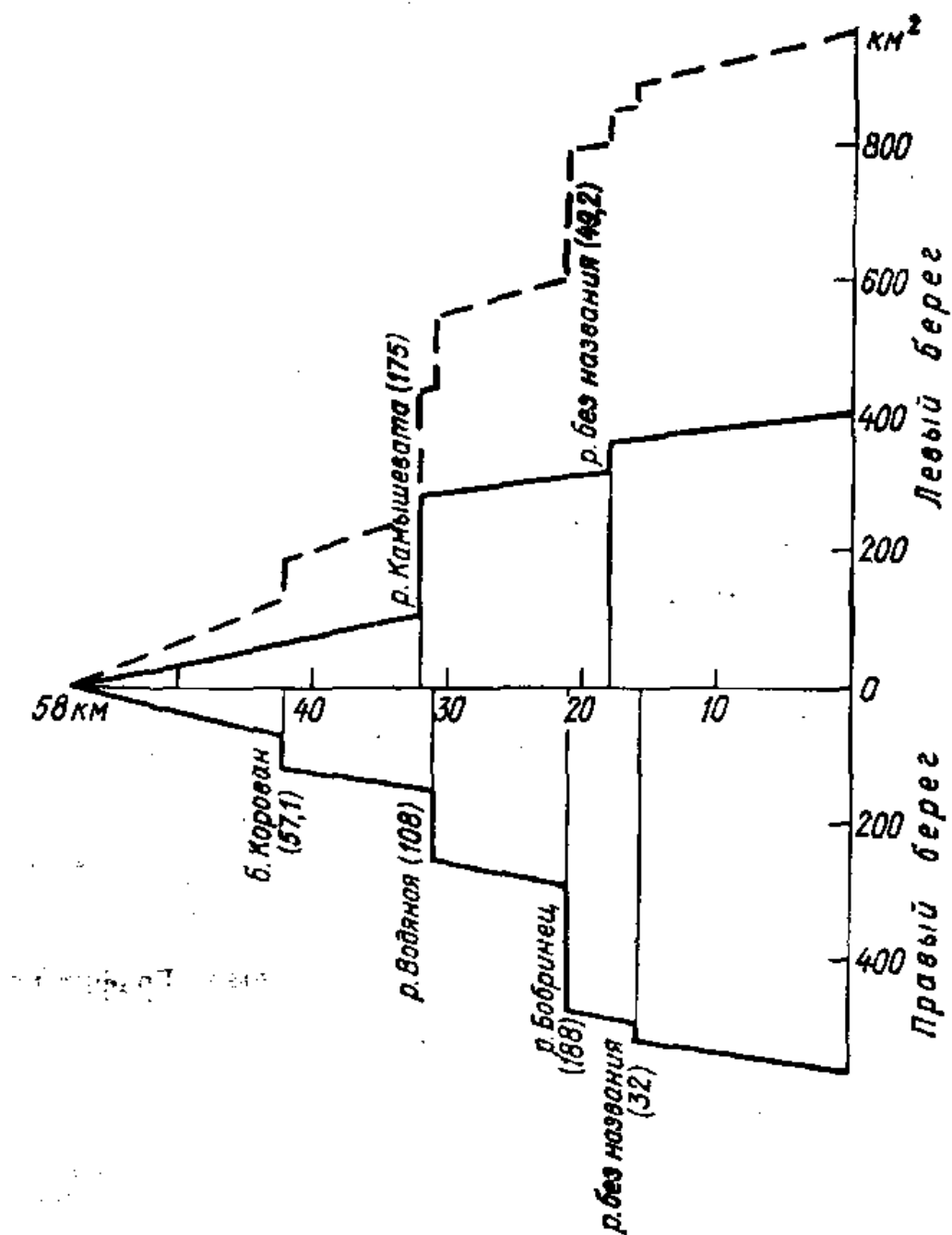


Рис. 1.3 – Графік зростання площі басейну р. Сухоклія [1]

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)

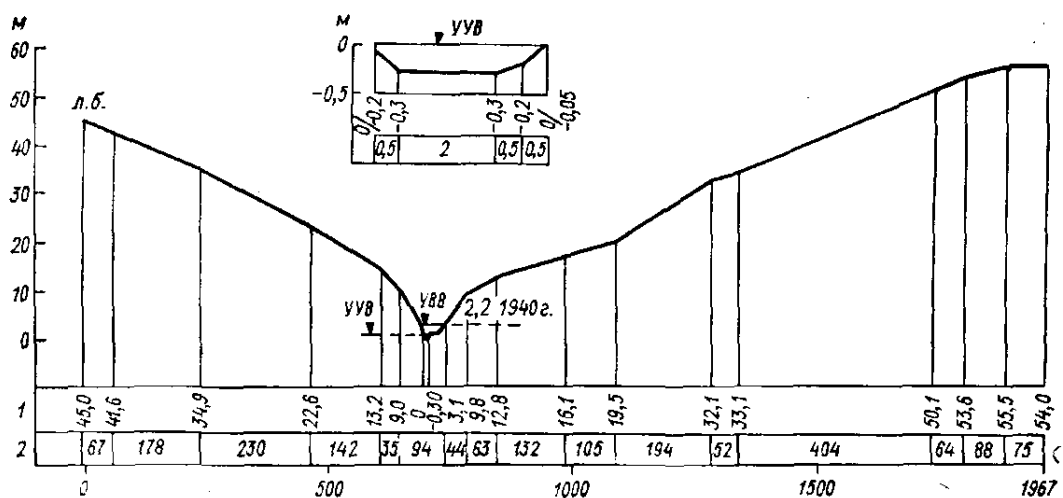


Рис. 1.4 – Схематичний поперечний профіль долини р. Сухоклія біля с. Нечаївка [1]

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.

Русло слабо звивисте, переважно нерозгалужене, тільки на ділянці від моста автостради Кіровоград- Бобринець до с. Олексіївка розгалужене, рясніє островами; тут же зустрічаються пороги, утворені виходами скельних порід і нагромадженням валунів. Переважна ширина річки 3-8 м, швидкість течії змінюється від 0,1 до 1,5-2 м/с.

У верхів'ї русло зарегульоване. До верхньої околиці с. Криничувате русло слабо виражене, втрачається в заболоченній заплаві, до впадання р. Комишувата - сильно заросле водною та болотною рослинністю, нижче - незаросле.

Дно мулисте і мулисто-піщане, в середній течії місцями скельне або в середній течії місцями скельне або валунне. Береги переважно круті, дуже круті або обривисті, переважна висота їх 1-2 м, місцями не перевищує 0,1-0,5 м. Береги покриті луговою рослинністю або без неї, у населених пунктів поросли чагарником верби, у верхів'ї очеретом.

Вода мутна, у верхів'ї зі слабо болотним присмаком, на решті без присмаку і запаху, для пиття не вживається.

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.

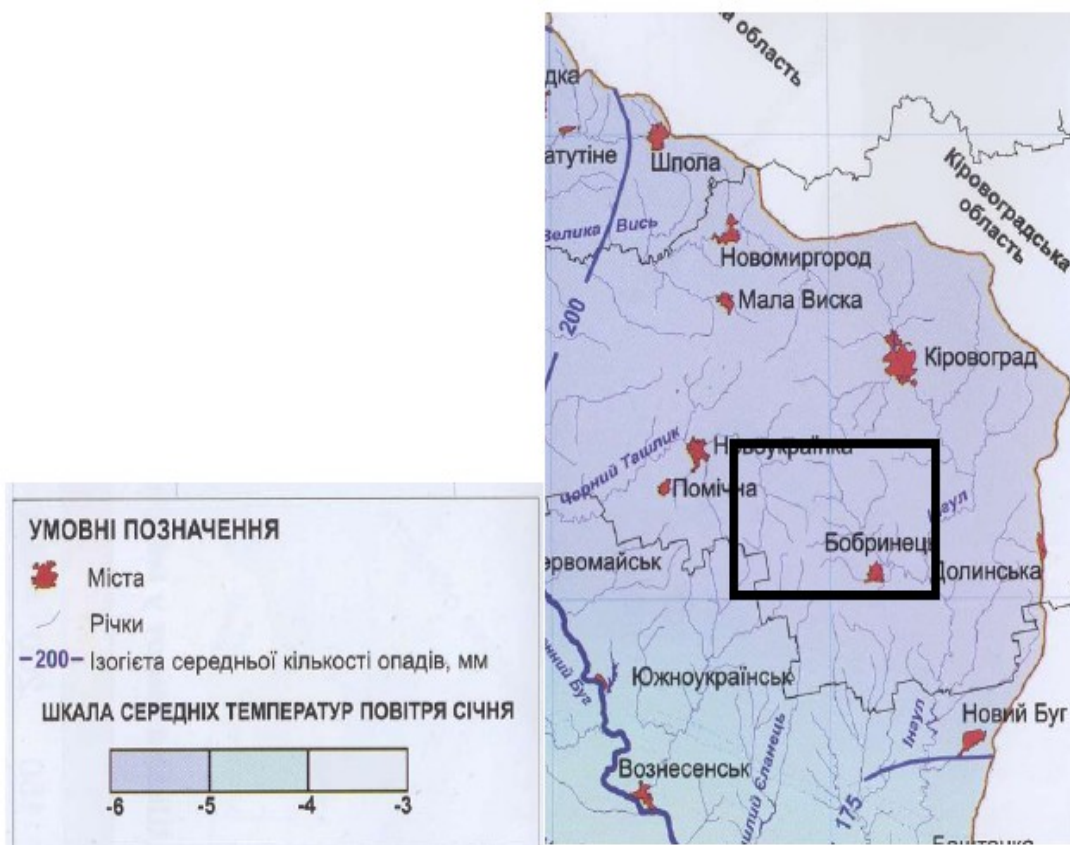


Рис 1.6 – Фрагмент аркушу карти «Клімат у холодний період (листопад-березень)» з нанесеним розташуванням басейну р. Сухокля [2].

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. Сухокля знаходиться в межах степової посушливої дуже теплої зони. Лісової рослинності в басейні майже немає.

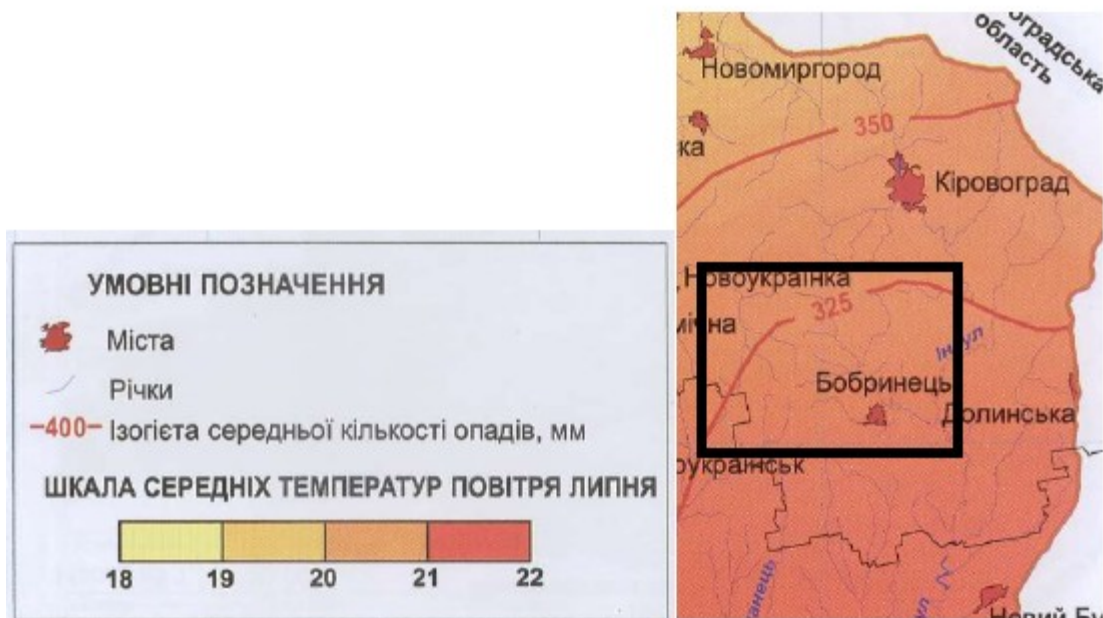


Рис 1.7 – Фрагмент аркушу карти «Клімат у теплий період (квітень-жовтень)» з нанесеним розташуванням басейну р. Сухокля [2].

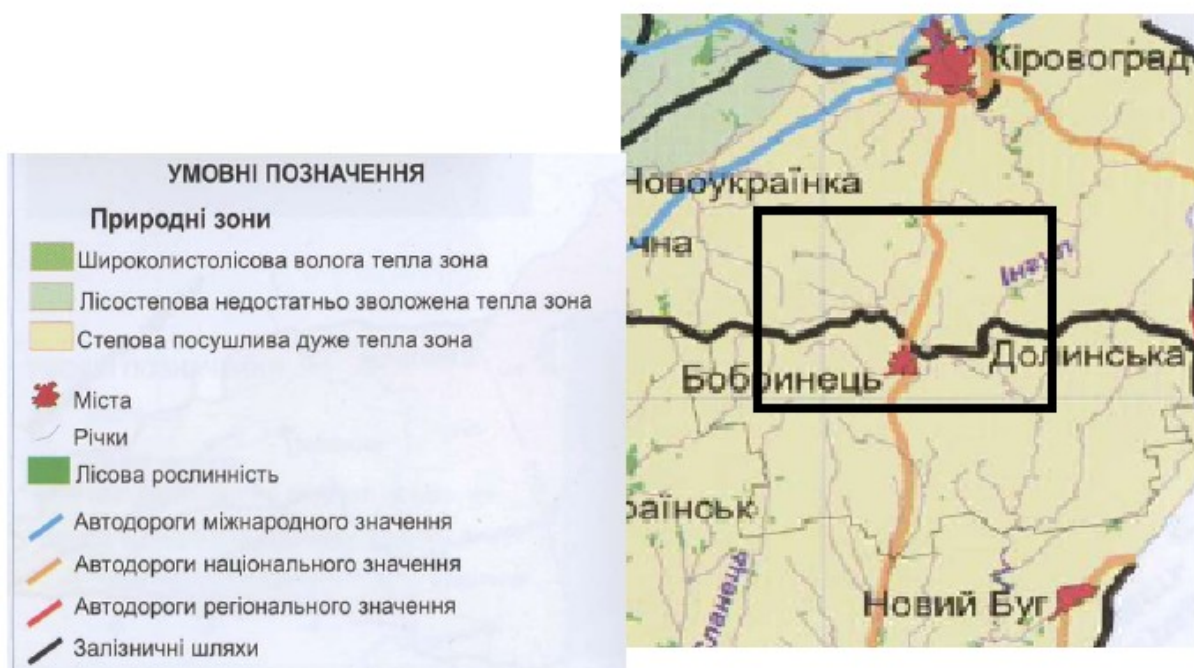


Рис 1.8 – Фрагмент аркушу карти «Рослинність і транспортна мережа» з нанесеним розташуванням басейну р. Сухокля [2].



## 2 ВІДОМОСТІ ПРО АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ В БАСЕЙНІ РІЧКИ СУХОКЛІЯ

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. 2.1 можна побачити, що в басейні р. Сухоклія розташований один промисловий водозабір нижче м. Бобринець. На рис. 2.2. позначено, що в тому ж місці розташований скид забруднених, недостатньо очищених вод в річку.

На рис. 2.3 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.

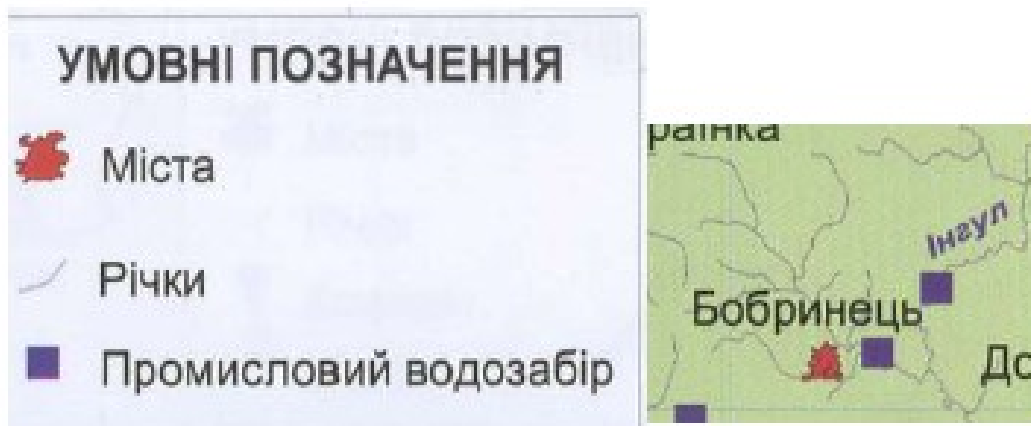


Рис 2.1 – Фрагмент аркушу карти «Водозабори» з нанесеною р. Сухоклія [2].

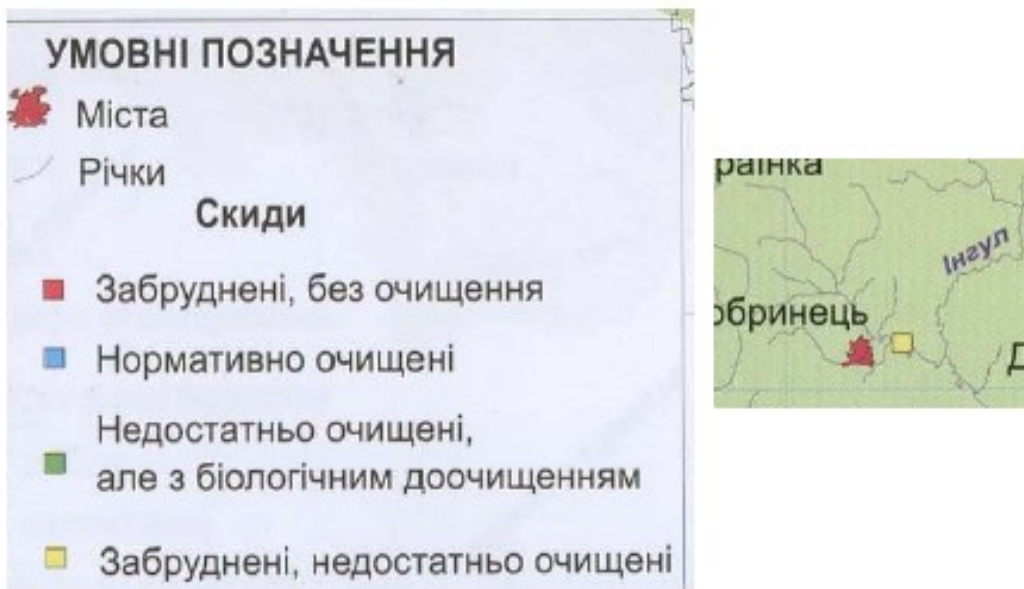


Рис 2.2 – Фрагмент аркушу карти «Скиди стічних і зворотних вод» з нанесеною р. Сухоклія [2].

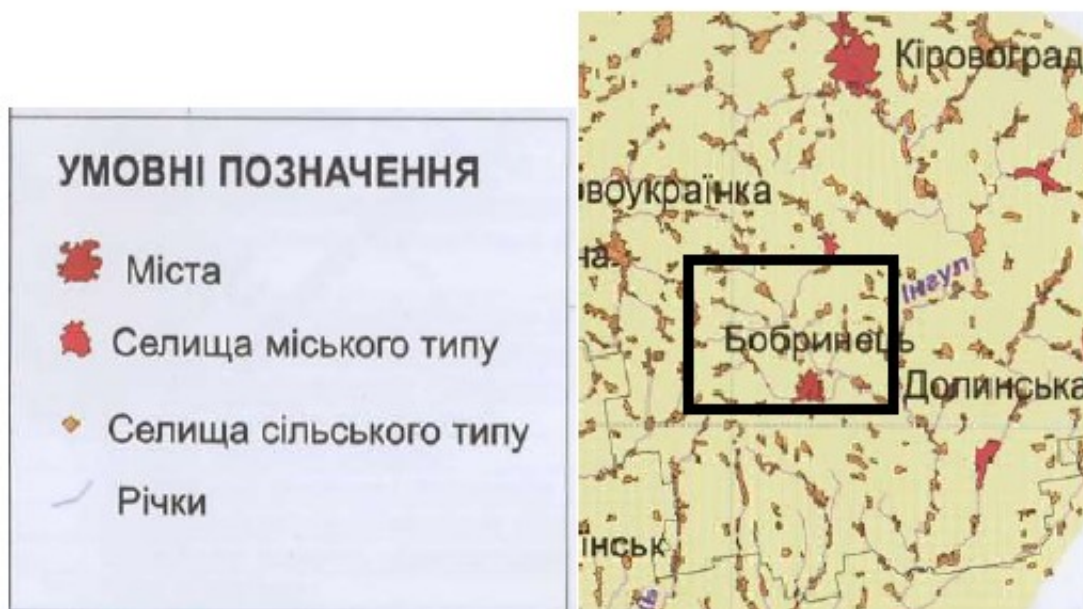


Рис. 2.3 – Фрагмент аркушу карти «Урбанізовані території» з нанесеним розташуванням басейну р. Сухоклія [2].

Згідно рис. 2.4 в басейні р. Сухоклія існує низка пам'яток природи (4 заповідних урочища, 1 геологічна місцевого значення, 1 – ботанічна місцевого значення).

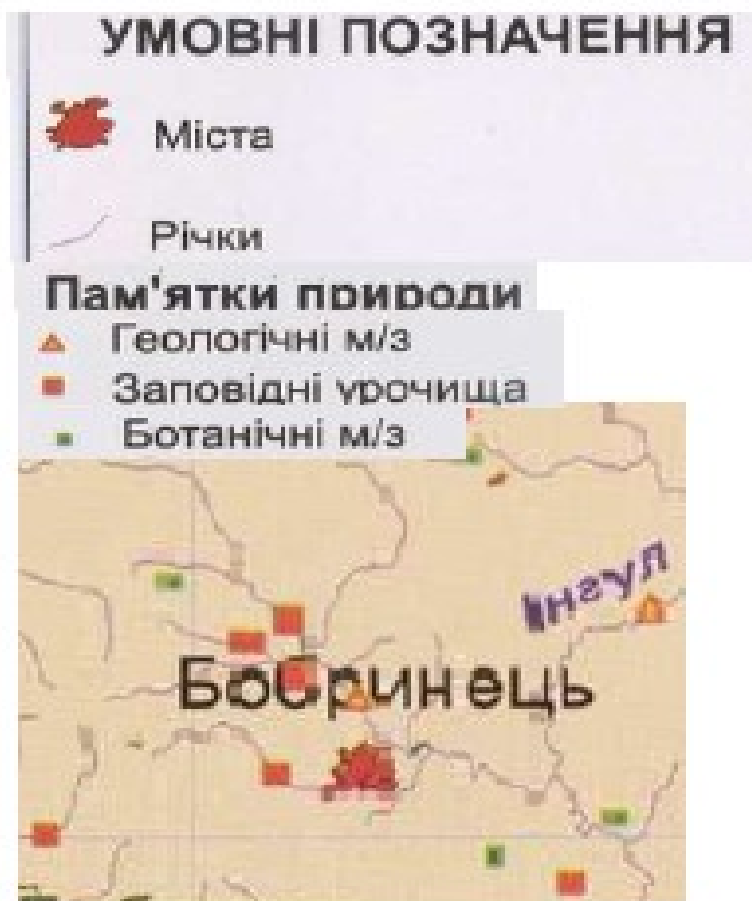


Рис. 2.4 – Фрагмент аркушу карти «Природно-заповідний фонд» з нанесеним розташуванням басейну р. Сухоклія [2].

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 м<sup>3</sup> 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 2.1 – Обсяг водозабору і водовідведення в р. Сухоклія, млн. м<sup>3</sup>

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

Рік	Обсяг об'ємів скидання, млн. м <sup>3</sup>	
	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 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (ГДК = 15,0), БПКп - 4,38 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (ГДК = 3,0), лужності - 6,85 мг/дм<sup>3</sup> (ГДК = 0,5-6,5), жорсткості - від 8,67 мг/дм<sup>3</sup> (ГДК =7), сухому залишку - 1055 мг/дм<sup>3</sup> (ГДК = 1000), магнію - 53,5 мг/дм<sup>3</sup> (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 мг/дм<sup>3</sup> та завислих речовини - від 24,0 до 13,80 мг/дм<sup>3</sup> (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 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (ГДК=15,0 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>), БПКп - 4,09 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (ГДК=3,0 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>), показник лужності - 6,53 мг/дм<sup>3</sup> (ГДК - 0,5-6,5 мг/дм<sup>3</sup>), жорсткості - 8,72 мг-екв/дм<sup>3</sup> (ГДК=7,0 мг-екв/дм<sup>3</sup>), по сухому залишку - 1053 мг/дм<sup>3</sup> (ГДК=1000 мг/дм<sup>3</sup>) магнію - 61,4 мг/дм<sup>3</sup> (ГДК = 40,0 мг/дм<sup>3</sup>). Кисневий режим водних об'єктів, джерел питного водопостачання, був задовільним. Вміст розчиненого кисню впродовж 2013 року залишався в межах 6,92 - 12,6 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> при нормі не менше 4,0 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. 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 -  $31,3 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$  (норма -  $15,0 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ ), БПКп -  $4,01 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$  (норма -  $3,0 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ ), лужності -  $6,88 \text{ мг}/\text{дм}^3$  (ГДК - 0,5-6,5), жорсткості -  $8,30 \text{ мг}/\text{дм}^3$  (ГДК - 7), сухому залишку -  $1037 \text{ мг}/\text{дм}^3$  (ГДК - 1000) магнію -  $59,9 \text{ мг}/\text{дм}^3$  (ГДК - 40,0). Спостерігався високий вміст сульфатів, від 280 до  $424 \text{ мг}/\text{дм}^3$ . 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, практично не змінилися. Коефіцієнт забрудненості  $K_z=1,20$ .

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 -  $35,3 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$  (норма -  $15,0 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ ), БПКп -  $4,57 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$  (норма -  $3,0 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ ), 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 -  $31,4 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$  (норма -  $15,0 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ ), БПКп -  $4,09 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$  (норма -  $3,0 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ ), жорсткості -  $8,67 \text{ мг-екв}/\text{дм}^3$  (норма -  $7,0 \text{ мг-екв}/\text{дм}^3$ ), магнію -  $62,9 \text{ мг}/\text{дм}^3$  (норма -  $40,0 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ). 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 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (норма - 15,0 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>), БПКп -3,84- 4,46 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (норма - 3,0 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>). 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. 2.3. 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 2.3 – 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 <sub>5</sub>	Мінералізація	сульфати	хлориди	Азот амонійний	нітрати	НП	нітриди	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

### 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПУНКТІВ МОНІТОРИНГУ, ВХІДНИХ ДАНИХ, МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВОДИ

#### 3.1 Характеристика пунктів моніторингу та вхідних 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.

#### 3.2 Характеристика вимог до якості вод для різних потреб [31]

##### *Екологічні вимоги до якості води*

Водні системи складаються з біогенних популяцій (виробників, споживачів, редуцентів), фізичних і хімічних компонентів. У водних екосистемах відбувається складна взаємодія фізичного і біохімічного циклів. Антропогенні стреси, такі як скидання у воду хімікатів, можуть негативно подіяти на багато видів водної флори і фауни, існування яких

залежить як від абіотичних умов (наприклад, температури, характеристик потоку води, рН, концентрації розчиненого кисню, концентрації важких металів і органічних мікробруднювачів), так і від біотичних (видовий склад). Критерії якості води з позиції охорони водної флори і фауни можуть враховувати лише фізико-хімічні параметри, які визначають якість води, яка забезпечує захист і збереження життя у водному середовищі, - в ідеальному випадку у всіх його формах і на всіх етапах – або ж вони можуть враховувати стан всієї водної екосистеми. До найважливіших параметрів якості води традиційно відносяться розчинений кисень (низька концентрація якого приводить до загибелі риби), а також фосфати, амоній і нітрати, які у разі їх наднормованого вмісту у водних екосистемах викликають значні зміни структури водних популяцій.

У Канаді критерії для водної флори і фауни орієнтуються на найнижчі концентрації речовин, які впливають на досліджувані організми (найнижчий рівень ефекту). Встановлені критерії якості води співвідносяться з найбільш чутливими видами з різних видових груп. У країнах ЄС використовують аналогічний підхід з деякими відхиленнями до вимог, які відносяться до отриманих даних.

У Нідерландах встановлені такі критерії якості води. Перший з них максимально допустимий рівень небезпеки (МДН), який допускає концентрацію речовини, при якій забезпечується повний захист 95% видів в даній водній екосистемі. Оскільки на організми в природних умовах завжди одночасно впливають декілька речовин, то до МДН застосовується коефіцієнт, який дорівнює 100. Це робиться для того, щоб розрахувати такі показники концентрації, які відповідають незначному рівню небезпеки (НРН). МДН речовини обчислюється з використанням методу практичної екстраполяції для природної різниці між організмами по відношенню до токсичних речовин. Останнім часом в рамках концепції екосистемного підходу до управління водними ресурсами робилися спроби створити

критерії, які б описували небезпечні умови існування водних екосистем. Окрім традиційних критеріїв щодо концентрації забруднювальних речовин і змісту кисню, нові критерії містять описи стану присутніх в екосистемах видів, а також структуру і функції екосистем в цілому. При розробці цих критеріїв допускалося, що вони повинні бути біологічними за своїм характером. У деяких країнах ЄС проводяться дослідження для розробки біологічних критеріїв, які могли б кількісно виражати критерії якості води.

Під біокритеріями слід розуміти показники «біологічної цілісності», які можуть бути використані для оцінки сукупного екологічного впливу численних джерел з боку речовин.

#### *Вимоги до якості питної води*

Деякі міжнародні організації розробили критерії для питної води, зокрема Керівні принципи по якості питної води Всесвітньої організації охорони здоров'я від 1984 р. і Директива Ради ЄС від 15 липня 1980 р. (80/778 ЄС), яка стосується питної води і містить близько 60 параметрів якості. Ці документи використовуються за потреби країнами ЄС при виробленні обов'язкових пріоритетних стандартів якості питної води.

Критерії якості сирової води, яка застосовується в системі забезпечення питною водою населення, відрізняються між собою залежно від потенційних можливостей різних методів обробки сирової води (проста фізична обробка, дезінфекція, хімічна обробка, інтенсивна фізико-хімічна обробка) з метою зменшення концентрацій забруднювачів води до рівня, передбаченого критеріями для цього виду водокористування.

У країнах-членах ЄС національні критерії якості сирової води, які використовуються для питного водопостачання, також орієнтуються на Директиву Ради ЄС від 16 червня в 1975 р. (75/440/ЄС) про якість поверхневих вод, призначених для забору питної води в державах ЄС. У цій директиві приведено 45 критеріїв для таких показників.

Водогосподарські органи України при вирішенні проблем питного постачання керуються відповідними документами колишнього СРСР. Основні з них це «Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення. Санпін 4630-88» і «Правила охорони поверхневих вод» (1991 р.). Відповідно до цих нормативних документів, водним об'єктам, які використовуються в якості джерела централізованого або нецентралізованого господарсько-питного водопостачання, надається перша категорія водокористування. Відповідно до категорії водокористування встановлюються гігієнічні вимоги і нормативи складу і властивостей води водних об'єктів, які повинні бути забезпечені при їх використанні для питного водопостачання.

#### *Критерії якості вод для рибогосподарських цілей*

Критерії якості води для рибогосподарських цілей повинні забезпечити недопущення біоаккумуляції забруднювачів через послідовні ланки харчового ланцюга, що може зробити рибу непридатною для споживання людиною. При розробці цих критеріїв застосовується, як правило, такий підхід. По-перше, визначається допустима добова доза споживання (ДДДС). Вона є кількістю тієї або іншої хімічної речовини, яка може щодоби споживатися людиною впродовж всього її життя при достатньому ступені безпеки для здоров'я. ДДДС ґрунтується на всіх відомих даних в області токсикології тварин і людини по відношенню до конкретної речовини з поправкою на невивченість взаємозв'язку між впливом і наслідками. По-друге, встановлюється імовірна добова норма споживання ІДНС з врахуванням впливу на людину хімічних речовин зі всіх джерел, а також середніх і високих норм споживання риби та інших харчових продуктів. Вона відбиває потенційний вплив хімічних речовин з різних харчових джерел на різні найбільш чутливі групи населення (наприклад, дітей або людей похилого віку). По-третє, якщо ІДНС вища, ніж ДДДС, то визначається максимально допустима концентрація

речовини в рибі (критерії споживання риби). Нарешті, критерії якості води встановлюються на такому рівні концентрацій, щоб біоаккумуляція і біопримноження (послідовне збільшення концентрацій речовини в харчовому ланцюзі) не призвели до перевищення рівня концентрації речовини в рибі з врахуванням критеріїв споживання риби.

Відповідно до вимог «Правил охорони поверхневих вод» (1991 р.), які ще діють на території України, встановлюється, що до рибогосподарського водокористування відноситься використання водних об'єктів для проживання, розмноження і міграції риб та інших водних організмів.

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 водою 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, принципам розробки, критеріям оцінки, обсягом і характером наявної інформації, а також способу формалізації даних. Останнім часом найбільше практичне застосування отримали індекси забрудненості води (ІЗВ) і питомий комбінаторний індекс забрудненості води (ПКІЗВ). Останній являє собою комплексний відносний показник ступеня забруднення поверхневих вод. Він умовно оцінює (у вигляді безрозмірного числа) частку забруднюючої ефекту, що вноситься в середньому одним з інгредієнтів складу (показників якості)

води, в загальну забрудненість води, зумовлену одночасною присутністю ряду забруднюючих речовин.

В даний час ще немає єдиного, загальноприйнятого методу комплексної оцінки забрудненості поверхневих вод. Тому з усього наявного різноманітності методів повинен застосовуватися той, який більше за інших відповідає поставленим завданням досліджень, забезпечений необхідною інформацією і який дає найбільш адекватну оцінку ступеня забрудненості води розглянутої ділянки водного об'єкта.

### 3.3 Методика оцінки якості води за показником індексу забруднення ІЗВ [31]

Це одна з найпростіших методик комплексної оцінки якості води. Розрахунок «класичного ІЗВ» [9] проводиться за рибогосподарськими нормативами за шістьма гідрохімічними показниками (азот амонійний, азот нітритний, нафтопродукти, феноли, розчинений кисень, БСК<sub>5</sub>). Також за рекомендаціями [10] розраховується «модифікований ІЗВ» за максимальною кількістю доступних нормованих гідрохімічних показників (для господарсько-питних або рибогосподарських потреб). Розрахунок проводиться за рівнянням:

$$ІЗВ = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (3.1)$$

де  $C_i$  і  $ГДК_i$  – відповідно, фактична концентрація і значення ГДК нормованих компонентів;  $n$  – число показників, що використовуються для розрахунку ІЗВ.

Встановлюється вимога, що для розчиненого кисню потрібно ділити його ГДК на концентрацію. Також варто врахувати, що ГДК для розчиненого кисню і показника БСК<sub>5</sub> є несталими (табл. 3.1, 3.2).

За величинами розрахованих ІЗВ виконується оцінка якості води. При цьому виділяють сім класів якості води (табл. 3.3).

Таблиця 3.1 – Нормативний вміст БСК<sub>5</sub>

БСК (мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> )	Норматив
≤3	3
3-15	2
≥15	1

Таблиця 3.2 – Нормативний вміст розчиненого кисню

Розчинений кисню (мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> )	ГДК, мг/дм <sup>3</sup>
≥6	6
5-6	12
4-5	20
3-4	30
2-3	40
1-2	50
0-1	60

Аналіз отриманих даних: I клас – це води, на які найменше впливає антропогенне навантаження, їх гідро екологічні показники близькі до природних значень для даного регіону; II клас – це води з певними змінами щодо природного стану, однак зміни поки що не порушили екологічної рівноваги; III клас – води зі значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистем; води вищих класів – це води з порушеними екологічними параметрами, їх екологічний стан оцінюється як «екологічний регрес».

Таблиця 3.3 – Класи якості води за показником ІЗВ

Значення ІЗВ	Класи якості води	Рівень забруднення води
≤0,2	I	«дуже чиста»
0,21-1,09	II	«чиста»
1,1-2,09	III	«помірно забруднена»
2,1 – 4,09	IV	«забруднена»
4,1 – 6,09	V	«брудна»
6,1 – 9,99	VI	«дуже брудна»
>10,0	VII	«надзвичайно брудна»

### 3.4 Методика оцінки якості води за показником КІЗ [31]

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

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

$$K = 100 \cdot \frac{n''}{n}, \quad (3.2)$$

де  $K$  – умовний коефіцієнт комплексності забруднення, %;

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

$n$  – загальне число нормованих інгредієнтів і показників якості води.

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

за ознаками повторюваності випадків забруднення;

за кратністю перевищення нормативів ГДК;

за характером забрудненості води окремими хімічними речовинами.

Класифікація за ознаками повторюваності випадків забруднення полягає у встановленні міри стійкості забрудненості за показником повторюваності випадків перевищення ГДК за певними гідрохімічними інгредієнтами

$$H_i = 100 \cdot \frac{N_{ГДК_i}}{N_i}, \quad (3.3)$$

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

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

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

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

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

$$K_i = \frac{C_i}{C_{ГДК}}, \quad (3.4)$$

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

$C_i$  – концентрація  $i$ -го інгредієнта у воді водного об'єкта, мг/дм<sup>3</sup>;

$C_{гдж}$  – гранично допустима концентрація  $i$ -го інгредієнта, мг/дм<sup>3</sup>.

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

При поєднанні першого та другого ступенів класифікації води по кожному з гідрохімічних інгредієнтів визначаються узагальнені оцінні бали ( $S_i$ ), одержані як добуток оцінок ( $a, b, c, d$ ) та ( $a_1, b_1, c_1, d_1$ ) за окремими характеристиками. Значення  $S_i$  може становити від 1 до 16 – чим більша величина  $S_i$ , тим гірша якість води по окремому інгредієнту (табл. 3.4).

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

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

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

Надалі розраховується показник осередненої забрудненості – питомий комбінаторний індекс забруднення (ПКІЗ). За цим показником встановлюється клас і розряд якості води («слабко забруднена», «забруднена», «брудна», «дуже брудна») та здійснюється висновок щодо придатності води для певного виду водокористування (табл. 3.5 – 3.6).

Таблиця 3.4 – Оцінки забрудненості води окремими показниками

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

Таблиця 3.5 – Класифікація якості води водостоків за величиною КІЗ

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



Таблиця 3.6 – Вплив забруднення на можливість використання води водотоків

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

## 4 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ЗА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

### 4.1 Аналіз результатів за методом ІЗВ

За методом ІЗВ було обчислено якість вод річки Сухоклія в пункті м. Бобринець, питний водозабір, 26 км від гирла за 2010 – 2018 рр. З наявних 101 проб до розрахунку було взято всі проби, зважаючи на кількість фактично вимірних показників. Розрахунок проводився за показниками розчиненого кисню, біохімічного споживання кисню за 5 діб, сульфатами, азотом нітритним і амонійним, хімічним споживанням кисню за рибогосподарськими нормами ГДК. Як показав аналіз отриманих результатів по кожній пробі, повторюваність класів забруднення складала: III клас якості («помірно забруднена») – 91% випадків, V клас якості («брудна») – 10% випадків. Це наочно демонструє рис. 4.1.



Рис. 4.1 – Гістограма повторюваності різних класів забрудненості води р. Сухоклія – м. Бобринець, питний водозабір міста, 26 км від гирла за період 2010 – 2018 рр. по кожній пробі за методом ІЗВ

При цьому аналіз середньорічних значень показника ІЗВ (табл. 4.1, рис. 4.2) показує, що якість води р. Сухоклія переважно відноситься до III класу («помірно забруднена») з тенденцією до поступового погіршення.

Таблиця 4.1 – Середньорічні показники ІЗВ за 2010 – 2018 рр. по посту р. Сухоклія – м. Бобринець, питний водозабір, 26 км від гирла

Роки	ІЗВ	Клас якості
2010	1,5	III «помірно забруднена»
2011	1,9	III «помірно забруднена»
2012	2,0	III «помірно забруднена»
2013	1,8	III «помірно забруднена»
2014	1,9	III «помірно забруднена»
2015	2,0	III «помірно забруднена»
2016	1,9	III «помірно забруднена»
2017	2,1	III «помірно забруднена»
2018	2,0	III «помірно забруднена»

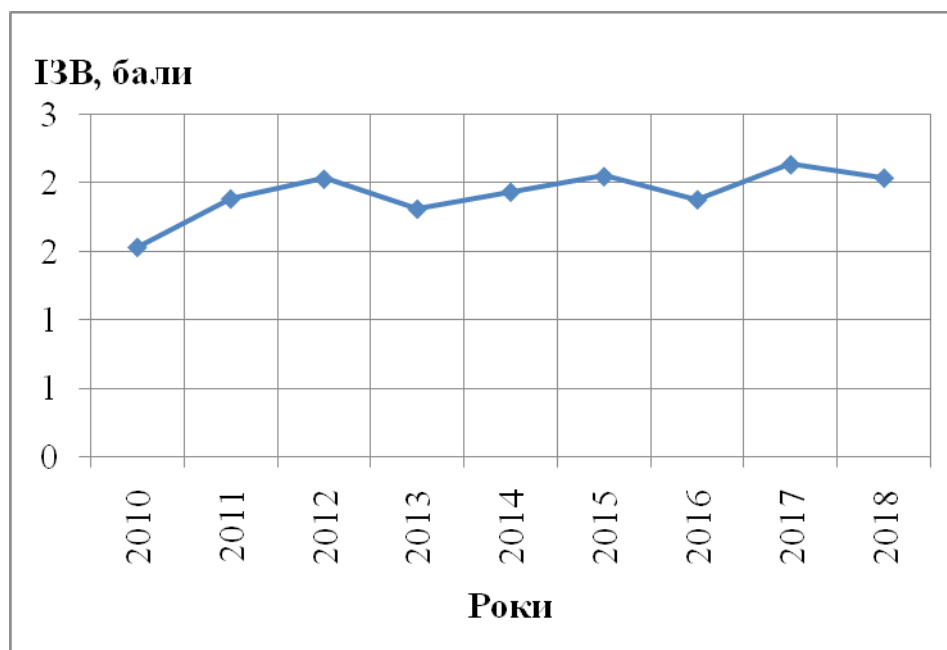


Рис. 4.2 – Хронологічна зміна показника ІЗВ на посту р. Сухоклія – м. Бобринець, питний водозабір, 26 км від гирла за 2010 – 2018 рр.

Отже, як свідчать отримані результати, домінування III класу якості води («помірно забруднена») 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, сполуками азоту.

#### 4.2 Аналіз результатів за методом КІЗ

За методом КІЗ було здійснено статистичну оцінку якості води річки Сухоклія – м. Бобринець, питний водозабір, 26 км від гирла за період 2010 – 2018 рр. за рибогосподарськими нормами ГДК (табл 4.3). Було отримано, що в цілому за цей період з 10 показників для 6 відзначались випадки перевищень ГДК різної інтенсивності, тому показник комплексності забруднення склав 60%.

За окремими показниками рівень забруднення води, згідно триманих оцінних індивідуальних балів  $S_i$  розподілився так:

- за вмістом розчиненого кисню, хлоридів, азоту нітратного, фосфатів, СПАР фіксувалась «одинична забрудненість низького рівня», вода «слабо зібруднена»;
- за вмістом азоту амонійного фіксувалась «стійка забрудненість низького рівня», вода «брудна»;
- за вмістом БСК<sub>5</sub>, ХСК фіксувалась «характерна забрудненість низького рівня», вода «брудна»;
- за вмістом сульфатів, азоту нітритного фіксувалась «характерна забрудненість середнього рівня», вода «дуже брудна».

В цілому якість води р. Сухоклія відповідала показнику КІЗ 32 бали, ПКІЗ – 3,2 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, БСК<sub>5</sub> 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 боку населених пунктів і агропідприємств тваринницької галузі.

Таблиця 4.3 - Оцінка якості води р. Сухоклія – м. Бобринець, питний водозабір, 26 км від гирла (2010-2018 рр.) за методом КІЗ за рибогосподарськими нормами ГДК

n=10; n'=6; K=60%; КІЗ=32; ПКІЗ=3,2; клас якості ШБ - "брудна"

Показник	[БСК <sub>5</sub> ]	[O <sub>2</sub> ]	[SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]	[Cl <sup>-</sup> ]	[NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]	[NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]	[NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ]	[P <sub>min</sub> ]	СПАР	[ХСК]
ГДК, мг/дм <sup>3</sup>	2,25	6	100	300	0,39	9,1	0,02	1	0,2	20
N	101	101	101	101	101	101	101	101	94	94
N'	101	0	101	0	37	4	92	0	0	91
N <sub>i</sub>	100	0	100	0	36,6	3,96	91,1	0	0	96,8
Оцінні індекси	4	1	4	1	3	1	4	1	1	4
K <sub>i</sub>	1,43	0,65	3,92	0,31	0,92	0,29	3,12	0,12	0,13	1,52
Оцінні індекси	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1
Оцінні бали S <sub>i</sub>	4	1	8	1	3	1	8	1	1	4

## ВИСНОВКИ

В роботі було досліджено якість вод річки Сухоклія за даними спостережень Державного водного агентства України по посту м.Бобринець, питний водозабір, 26 км від гирла в період 2010-2018 рр. На режим річки впливає значний ступінь зарегульованості її стоку, велика кількість населених пунктів і аграрних підприємств в басейні, значний ступінь розораності водосбору.

За методом ІЗВ по фактичним даним домінування III класу якості води («помірно забруднена») 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, сполуками азоту. Аналіз хронологічних тенденцій зміни показника ІЗВ показує тенденцію до поступового погіршення ситуації.

За методом КІЗ було здійснено статистичну оцінку якості води річки Сухоклія за рибогосподарськими нормами. Було отримано, що в цілому якість води річки відповідала показнику КІЗ 32 балів, ПКІЗ – 3,2 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 боку населених пунктів і агропідприємств тваринницької галузі.

## 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 sandscapes // 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.