

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет природоохоронний
Кафедра екології та
охорони довкілля

Бакалаврська кваліфікаційна робота

на тему: Розрахунок гранично допустимого скиду забруднювальних речовин
в водні об'єкти (на прикладі комунального підприємства
"Кременчукводоканал")

Виконав студент 4 року навчання гр. Е-41
Напряму підготовки – 6.040106 "Екологія,
охорона навколишнього середовища та
збалансоване природокористування"
Аргіров Денис Георгійович

Керівник к.т.н., доц.
Юрасов Сергій Миколайович

Рецензент к.геогр.н., доц.
Бургаз Олексій Анатолійович

Одеса 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний

Кафедра екології та охорони довкілля

Рівень вищої освіти бакалавр

Напрямок підготовки 6.040106 "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансованого природокористування"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри екології та охорони довкілля

Сафранов Т.А.

" 18 " квітня 2019 року

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

Аргірову Денису Георгійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи : Розрахунок гранично допустимого скиду забруднювальних речовин в водні об'єкти (на прикладі комунального підприємства «Кременчукводоканал»)

Керівник роботи Юрасов Сергій Миколайович, к.т.н., доцент,

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

затверджені наказом вищого освіти № 343-С від 7 грудня 2018 р

2. Строк подання студентом роботи « 08» червня 2019 р.

3. Вихідні дані до роботи дані досліджень хімлабораторії КП «Кременчукводоканал», нормативна та технічна література

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

зібрати інформацію про водопостачання і водовідведення КП «Кременчукводоканал», дослідити характеристику очисних споруд;

дослідити характеристику річки Сухий Кагамлик;

визначити початкові дані для оцінки якості води;

виконати оцінку якості вод у річки Сухий Кагамлик за санітарними нормами;

провести порівняльну екологічну оцінку якості води річки Сухий Кагамлик за діючою методикою та за методикою, запропонованою ОДЕКУ, а також оцінити якість вод за рибогосподарськими нормами;

оцінити кратність розводження стічних вод у контрольному створі; розрахувати гранично допустимий скид забруднювальних речовин у річку Сухий Кагамлик;

розрахувати розмір плати за скид забруднювальних речовин у водне середовище;

зробити аналіз результатів досліджень, скласти висновки.

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

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	<i>немає</i>		

7. Дата видачі завдання «18» квітня 2019 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	<i>Характеристика водного об'єкту (фізико-географічні, кліматичні умови, гідрологічний та гідрохімічний режими) та «КП Кременчук-водоканал» (загальні відомості, характеристика споруд водоочисної станції, утворення промивних вод, склад та властивості промивних вод).</i>	18.04.2019-29.04.2019	80	4 (добре)
2	<i>Аналіз вихідних даних, розрахунок кратності розводження стічних вод , ГДС речовин та плати за скид.</i>	30.04.2019-12.04.2019	80	4 (добре)
	Рубіжна атестація	13.05.2019-19.05.2019	80	4 (добре)
3	<i>Аналіз методичних основ існуючих методик оцінки якості поверхневих вод.</i>	20.05.2019-26.05.2019	90	5(відмінно)
4	<i>Узагальнення отриманих результатів Оформлення електронної версії роботи. Перевірка на наявність плагіату. Складання протоколу та авторського договору.</i>	27.05.2019-04.06.2019	90	5(відмінно)
5	<i>Підготовка паперової версії роботи і презентаційного матеріалу до процедури передзахисту. Внесення коректив. Резензування роботи. Підготовка до публічного захисту .</i>	05.06.2019-08.06.2019	90	5(відмінно)
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		85,0	

Студент

(підпис)

Аргіров Д.Г.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Юрасов С.М.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Розрахунок гранично допустимого скиду забруднювальних речовин в водні об'єкти (на прикладі комунального підприємства "Кременчук-водоканал") Д.Г.Аргіров

Актуальність теми дослідження. Нормування скидів забруднювальних речовин зі стічними водами у водні об'єкти є актуальна екологічна задача, тому що стан поверхневих вод суші часто не відповідає ні санітарним, ні рибогосподарським нормам. Це є наслідком великого антропогенного навантаження на водні об'єкти.

Мета і задачі дослідження. Метою даної роботи є проведення розрахунків норм гранично допустимого скиду (ГДС) забруднювальних речовин, що потрапляють у річку Сухий Кагамлик із промивними водами комунального підприємства «Кременчукводоканал». Для досягнення цієї мети потрібно вирішити наступні задачі: зібрати інформація про водопостачання і водовідведення КП «Кременчукводоканал», скласти характеристику річки Сухий Кагамлик; виконати екологічна оцінку якості води у річки Сухий Кагамлик за діючою методикою за методикою, запропонованою ОДЕКУ, та оцінити якість вод за рибогосподарськими нормами; оцінити кратність розводження стічних вод у контрольному створі; розрахувати гранично допустимий скид забруднювальних речовин у річку; розрахувати розмір плати за скид забруднювальних речовин у водне середовище.

Об'єктом дослідження є якість вод річки Сухий Кагамлик нижче скиду забруднювальних речовин зі стічними водами КП «Кременчук-водоканал», *предметом дослідження* – нормування скиду забруднювальних речовин в р. Сухий Кагамлик зі стічними водами КП «Кременчукводоканал».

Матеріали і методи дослідження. Аналіз показників якості вод річки сухий Кагамлик і зворотних вод КП «Кременчукводоканал». При виконанні бакалаврської кваліфікаційної роботи були використані опубліковані і фондові матеріали хімілабораторії КП «Кременчукводоканал».

Результати дослідження. Промивні води КП «Кременчукводоканал» у розрахунковий період часу є основним джерелом підпитки річки Сухий Кагамлик. Витрата цих вод складає 0,279 м³/с, що перевищує натуральну витрату вод річки, яка складає 0,0015 м³/с, у 186 разів. Якість стічних вод не відповідає вимогам санітарних норм по трьох показниках: завислі речовини; БСК₅; залізо загальне. Кратність розводження промивних вод у контрольному створі дорівнює 1. Негативний вплив на річку Сухий Кагамлик КП впливає по трьох показниках: завислі речовини, органічні речовини і залізо загальне. Річна плата підприємства за скид забруднювальних речовин у водні об'єкти складає 40,2 тис. грн., з них за понадлімітний скид – 31,1 тис. грн.

Структура і обсяг роботи. Робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, переліку посилань (18). Робота містить таблиць 24. Загальний обсяг роботи – 60 сторінок.

Ключові слова: гранично допустимий скид, забруднювальна речовина, водний об'єкт, фонові концентрації, фактичний скид.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	7
ВСТУП	8
1 ХАРАКТЕРИСТИКА КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА “КРЕМЕНЧУКВОДОКАНАЛ”	9
1.1 Загальні зведення	9
1.2 Характеристика споруд водоочисної станції	14
1.3 Утворення промивних вод	15
1.4 Склад та властивості промивних вод	17
2 СТИСЛА ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНОГО ОБ’ЄКТА	20
2.1 Клімат	20
2.2 Гідрологічна і гідрохімічна характеристика	21
2.3 Обробка фонових спостережень	22
3 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД РІЧКИ СУХИЙ КАГАМЛИК	24
3.1 Оцінка якості вод комунально-побутового призначення	24
3.2 Екологічна оцінка якості вод за діючою методикою	28
3.3 Екологічна оцінка якості вод за методикою ОДЕКУ	35
3.4 Оцінка якості вод рибогосподарського призначення	41
4 РОЗРАХУНОК ГРАНИЧНО ДОПУСТИМОГО СКИДУ ЗАБРУДНЮВАЛЬНИХ РЕЧОВИН	45
4.1 Загальні умови	45
4.2 Теоретичні передумови розрахунку <i>ГДС</i>	46
4.3 Кратність розводження промивних вод	50
4.4 Розрахунок гранично допустимих для скиду концентрацій забруднювальних речовин	51
4.5 Визначення гранично допустимого скиду забруднювальних речовин	52
5 РОЗРАХУНОК ПЛАТИ ЗА СКИД ЗАБРУДНЮВАЛЬНИХ РЕЧОВИН У ВОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ	54
ВИСНОВКИ	57
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	59

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І
ТЕРМІНІВ

pH – водневий показник;

БСК₅ – біологічне споживання кисню за 5 діб;

БСК_{повн} – біологічне споживання кисню повне;

ВОС – водопровідна очисна станція;

ГДК – гранично допустима концентрація;

ГДС – гранично допустимий скид;

КП – комунальне підприємство;

ЛОШ – лімітуюча ознака шкідливості;

СПАР – синтетичні поверхнево активні речовини;

ХСК – хімічне споживання кисню;

ВСТУП

Нормування скидів забруднювальних речовин зі стічними водами у водні об'єкти є актуальна екологічна задача, тому що стан поверхневих вод суші часто не відповідає ні санітарним, ні рибогосподарським нормам. Це є наслідком великого антропогенного навантаження на водні об'єкти.

Метою даної роботи є проведення розрахунків норм гранично допустимого скиду (ГДС) забруднювальних речовин, що потрапляють у річку Сухий Кагамлик із промивними водами комунального підприємства «Кременчукводоканал».

Для досягнення встановленої мети розв'язані наступні задачі:

зібрана інформація про водопостачання і водовідведення КП «Кременчукводоканал, складена характеристика очисних споруд;

складена характеристика річки Сухий Кагамлик (географічне положення, кліматична і гідрологічна характеристики);

визначені початкові дані для оцінки якості води (фонові концентрації речовин у річки Сухий Кагамлик);

виконана оцінка якості вод у річки Сухий Кагамлик за санітарними нормами;

з досліджуваними цілями виконана порівняльна екологічна оцінка якості води у річки Сухий Кагамлик за діючою методикою та за методикою, запропонованою ОДЕКУ, а також оцінка якості вод за рибогосподарськими нормами;

оцінена кратність розводження стічних вод у контрольному створі;

розраховано гранично допустимий скид забруднювальних речовин у річку Сухий Кагамлик;

розраховано розмір плати за скид забруднювальних речовин у водне середовище;

зроблені висновки.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА “КРЕМЕНЧУКВОДОКАНАЛ”

1.1 Загальні зведення

На комунальному підприємстві (КП) “Кременчукводоканал” працює 960 робітників. Підприємство на своєму балансі має 410 км водопровідних мереж і 320 км мереж водовідведення.

КП “Кременчукводоканал” здійснює водозабір з р. Дніпро та підземних джерел для водогосподарчої діяльності промислових підприємств, блоків суспільного харчування, торгових центрів, сільськогосподарських комплексів, на забезпечення протипожежних заходів міста і прилягаючих до нього околиць, а також на господарсько-питні потреби населення.

Система водопостачання м. Кременчука вибрана на підставі даних про водоспоживачів, водоспоживання і зведеннях про наявні джерела водопостачання і забезпечує одержання води з природних джерел, її очищення, якщо це необхідно, і передачу до місця споживання. Для виконання цих задач існують наступні споруди, що входять у цю систему:

водозабірні споруди, за допомогою яких здійснюється забір води з природних джерел;

водопідйомні споруди – насосні станції, що подають воду до місць її очищення, збереження і споживання;

споруди поліпшення якості води;

водогінні мережі, що служать для запасу очищеної води.

Усі види споживання міста можуть бути віднесені до трьох основних категорій: використання води на господарсько-питні потреби населення; для виробничих цілей на підприємствах промисловості, транспорту, енергетики і на пожежегасіння.

Основним джерелом господарсько-питного і технічного водопостачання міста є Кременчуцьке водосховище і Північна проріз (Власівський водозабір).

Спорудами для забору поверхневої води являються насосні станції №1 і №2 першого підйому проектною потужністю 190,0 тис.м³ кожна, розташовані в селі Власівка Світловодського району Кіровоградської області.

Насосна станція №1 берегового типу експлуатується з 1968 року і здійснює забір води двома водоводами $d=1100$ мм із глибини 14 м з Північної прорізі Власівської затоки, розташованого в нижньому б'єфі греблі Кременчуцького водосховища. Оголовки трубопроводів обладнані сифонними пристроями і металевими рибозагороджувачами зонтичного типу. До складу насосної станції входить: приймальний резервуар з ґратами; машинне відділення, де розміщені насосні агрегати; виробничо-допоміжні і побутові приміщення.

Приймальний резервуар обладнаний обертовими сітками 3,5х3,5 мм. Вхідні вікна водоводу обладнані сіткою СВБ 50х50 мм із латунного дроту.

Машинне відділення розташоване в одному будинку з прийомним резервуаром і відділено перегородкою і має окремий вхід. Технологічне устаткування машинного відділення складається з насосів для перекачування річкової води, засувок на трубопроводах, насоса для видалення рідини з підлоги машинного відділення, підйомно-транспортного механізму, а також контрольно-вимірювальної апаратури (показчика рівня води в резервуарі, витратомірів, манометри і вакуумметри до насосів, а для електродвигунів установлені манометри й амперметри). На насосній станції контролюються наступні технологічні параметри: витрата рідини, що перекачується; рівень води в прийомному резервуарі; рівень води у дренажному приямку; тиск у напірних трубопроводах; температуру підшипників.

На насосній станції керування насосним устаткуванням виконується централізовано з щита керування, що встановлений в окремому приміщенні. При аварійному відключенні робочих насосних агрегатів передбачено включення резервних агрегатів, а при аварійному затопленні насосної станції – автоматичне відключення.

Насосна станція №2 берегового типу експлуатується з 1982 року і забір води проводиться безпосередньо з Кременчуцького водосховища двома водоводами $d=1200$ мм, оголовки яких обладнані сифонними пристроями, з глибини 14-15 м у 325 м від берега. Технічна характеристика насосної станції №2 така ж, як і першої.

З Власівського водозабору велика частина води, що збирається (80%), подається на водоочисну станцію проектною потужністю 150,0 тис.м³/добу, а 20% – без очищення на технічні потреби підприємствам міста [17].

З водоочисної станції очищена вода, мережею водогонів подається на господарсько-питні і виробничі потреби м. Кременчука.

На Власівському водозаборі існує зона санітарної охорони по периметру 1430 м з установкою попереджуючих і забороняючих знаків. Такі ж знаки встановлені на дамбі в режимній зоні сифонного водозабору з Кременчуцького водосховища.

Водопостачання правобережної частини м. Кременчука (Крюковського промислового району) здійснюється від водогінної мережі лівобережної частини двома водоводами (дюкерами), прокладеними через р. Дніпро.

Для забезпечення технічною водою підприємств Крюковського промислового вузла (основні споживачі – вагонобудівний і сталеливарний заводи) експлуатується Димурівський водозабір з р.Дніпро. Насосна станція берегового типу проектною потужністю 77,0 тис.м³/добу, розташована в межах міста і працює з 1975 року. Для перекачування технічної води з р.Дніпро в машинному відділенні насосної станції встановлені насоси Д 300-90, СМ 100-65-200/2, Д 500-50, Д 300-60, КМ 50-50 [7].

На балансі КП “Кременчукводоканал” знаходяться п’ять водозабірних майданчиків з розміщенням на них артсвердловин, які експлуатуються в особливий період.

На Крюковському водозаборі розміщені вісім артсвердловин, що експлуатують алювіальний водоносний обрій з сучасних четвертинних відкладень. Дебіт артсвердловин від 10 до 20 м³/год, глибина від 13,4 до

18,5 м.

Водозабірний майданчик №1 розташований на території КП “Кременчукводоканал”, на якій пробурена одна свердловина глибиною 39,0 м, дебіт – 8,0 м³/год.

Водозабірний майданчик с. Червона Знаменка, розташований в с. Піщаному, пробурені, але не експлуатуються три артсвердловини, глибина яких 20 м, а дебіт – 12,0 м³/год кожна.

Водозабірний майданчик, розташований біля проммайданчика КП “Кременчукводоканал” у сквері “Сосновий”, пробурена спостережлива артсвердловина, глибина якої 39 м, а дебіт – 8,0 м³/год.

Водозабірний майданчик №3 розташований в с. Піщаному, пробурені і експлуатуються дві артсвердловини №1, №12 глибина яких 25,0 м, дебіт – 10,0 і 11,0 м³/год відповідно.

Всі артсвердловини обгороджені і мають зону санітарної охорони. Вчасно проводиться прокачування свердловин.

Таблиця 1.1 - Обсяги споживання води з поверхневих і підземних джерел водопостачання [7]

№	Найменування водозабору	Обсяг водоспоживання	
		тис.м ³ /рік	тис.м ³ /доб
1	Власівський водозабір (Кременчуцьке водоймище, Північна проріз)	50200,0	137,53
2	Димурівський водозабір (р.Дніпро)	1000,0	2,74
3	Артсвердловин (промивка)	1200,0	3,28
Усього		52400,0	143,55

Існуюча в місті централізована система водовідведення стічних вод охоплює, головним чином, центральну частину міста і новобудови, що примикають до них, які забудовані багатоповерховими будинками. До цієї системи підключені майже всі діюча промислові підприємства й установи. Приватні домоволодіння, околиці, що не підключені до цієї системи – вивіз з вигрібних ям спеціалізованим транспортом господарсько-побутових стоків на міські очисні споруди. Господарсько-побутові і виробничі стічні води, що утворюються в лівобережній частині міста, надходять для очищення на загальноміські очисні споруди, що розташовані в південно-східній частині міста Кременчука.

До складу існуючих очисних споруд входить типове устаткування повного біологічного очищення з доочищенням у біоставках. Міські стічні води з витратами 3093,6 м³/год, чи 74246,6 м³/добу чи 27100 тис.м³/рік подаються в камеру гасіння, пройшовши будинок ґрат, надходять у піскоуловлювачі. Далі вода надходить у первинні радіальні відстійники, аеротенки, вторинні радіальні відстійники і подаються в контактну камеру. Після цього стічні води скидаються в біоставки, далі в р. Псел.

З правобережної частини м. Кременчука стічні води по двох колекторах подаються на очищення на Крюковські очисні споруди повного біологічного очищення, потужністю 18356,16 м³/добу, або 6700,0 тис.м³/рік.

До складу очисних споруд входить: механічне очищення – ґрати, піскоуловлювачі, відстійники; біологічне очищення – аеротенки, вторинні відстійники, фільтри.

Очищена до необхідних нормативів стічна вода скидається в р.Дніпро.

З водоочисної станції (Власівський водозабір) здійснюється скид промивної води після промивки барабаних мікрофільтрів у Південну проріз.

На водоочисній станції (с. Червона Знаменка) здійснюється скид зворотних вод (промивних, що утворюються в результаті регенерації фільтрів) у р. Сухий Кагамлик в кількості 24110 м³/доб або 8800 тис.м³/рік.

Таблиця 1.2 - Обсяги стічних вод, що скидаються у водні об'єкти [7]

№	Найменування очисних споруд	Водний об'єкт (місце скиду)	Обсяги зворотних вод	
			м ³ /доб	тис м ³ /рік
1	Водоочисна станція (с. Червона Знаменка)	р. Сухий Кагамлик	24110	8800
2	Кременчуцькі очисні споруди (лівий берег)	р. Псел	74247	27100
3	Крюковські очисні споруди (правий берег)	р. Дніпро	18356	6700
4	Власовський водозабір (промивання мікрофільтрів)	Південна проріз, р. Дніпро	2850	1040
Всього по 4-х випусках			119563	43640

1.2 Характеристика споруд водоочисної станції

Водопровідна очисна станція (ВОС) м. Кременчука збудована по типовому проекту ВТ 81-63, розробленому Державним проектним інститутом “Гіпрокомунводоканал”, і введена в експлуатацію в 1968 році. Проектна потужність – 50 тис.м³ на добу.

В 1972 році інститутом “Укргіпрокомунбуд” м. Харкова виконаний проект розширення водопровідних очисних споруд. В 1977 році вводиться в експлуатацію друга черга водопровідних очисних споруд потужністю 100 тис.м³ на добу.

Джерелом водопостачання є Кременчуцьке водосховище р. Дніпро.

До складу першої черги ВОС входять споруди реагентного господарства, фільтрів та відстійників.

Споруда реагентного господарства являє собою блок виробничих та допоміжних приміщень, в ньому розміщені відділення для приготування розчинів реагентів коагулянту, установка флокуляції “ФАБ-МІНІ”, хлордозаторна для первинного хлорування води, два вихрових змішувача.

Споруда фільтрів і відстійників включає в себе два блоки: блок фільтрів-відстійників та блок службових приміщень. У блоці фільтрів-відстійників розташовані горизонтальні відстійники зі встроєними камерами пластівцеутворювання, швидкі фільтри та хлордозаторна для вторинного хлорування води.

До складу комплексу другої черги водопровідних споруд входять: головний корпус; башта для промивної води.

В будівлі головного корпусу розташовані вхідна камера, контактний резервуар, мікрофільтри, змішувач, хлордозаторна та відділення фільтрації з 10 контактними освітлювачами.

Окрім згаданих будівель та споруд загальними для першої та другої черг ВОС є: склад хлору; резервуари чистої води об'ємом 5000 м³ і 10000 м³; насосна станція другого підйому; камери гасіння гідравлічного удару.

1.3 Утворення промивних вод

Момент роботи фільтра, коли втрата напору у фільтруючому завантаженні досягає гранично допустимої величини або починає погіршуватись якість фільтрату, слугує сигналом для виключення фільтра на промивку, для відновлення затримуючої здатності завантаження, яку здійснюють зворотним током фільтрованої води.

Задачею промивання фільтра є видалення з товщі фільтруючого матеріалу (особливо з його верхніх шарів) забруднень, затриманих у процесі фільтрування. При цьому зерна фільтруючого матеріалу повинні бути

ретельно відмиті і повинні займати після промивання те положення, що вони займали при нормальній роботі фільтра. Для цього подачу вихідної води припиняють і через дренажну систему подають воду з великою швидкістю. Промивання скорого фільтра повинно бути інтенсивним і тривалим [3].

У процесі промивання висхідні струми промивної води змучують пісок, і об'єм його збільшується; це збільшення об'єму називають «розширенням піску». Брудну воду переливають у жолоби і відводять у стік. Крайка жолобів розташовується строго горизонтально, для того щоб промивну воду можна було рівномірно збирати з усієї площі фільтра; крайка жолобів знаходиться також на деякій висоті над рівнем фільтруючого матеріалу, щоб під час промивання не неслися водою частки фільтроматеріалу.

Проміжок часу між двома промиваннями фільтра називають фільтроциклом, а кількість забруднень, затримуваних у процесі фільтроциклу – грязеемністю фільтра.

Промивання фільтрів є допоміжним процесом, однак воно може вплинути на нормальний режим роботи фільтрів. Якщо в процесі промивання фільтруюче завантаження відмивається недостатньо, то це приводить до поступового нагромадження залишкових забруднень, що скорочує фільтроцикл, а іноді і зовсім виводить фільтр із роботи. Основною задачею промивання фільтрів є встановлення такої інтенсивності промивання й адекватного йому відносного розширення шаруючи завантаження, при яких забезпечується практично повне відмивання зерен завантаження від прилиплих до них у процесі фільтрування забруднень .

Промивання завантаження здійснюється подачею води знизу нагору. Інтенсивність промивання складає 13-15 л/(с*м²), а об'єм промивної води (при найбільшій припустимій мутності вихідної води) - 15% об'єму води, яка освітлюється [2].

Для промивання передбачена продувка завантаження повітрям з інтенсивністю 18-20 л/(с*м²) протягом 1-1,5 хв. для попереднього руйнування забруднень і вирівнювання гідравлічного опору завантаження по

площі спорудження, потім одночасна з повітрям подача води 2-3 л/(с*м²) протягом 6-7 хв., де забруднення повністю руйнуються і переміщуються на поверхню завантаження і, нарешті, промивання однією водою 6-7 л/(с*м²) протягом 4-6 хв. Таким чином, у кінці промивання із завантаження видаляється повітря, яке залишилось після продування; завантаження трохи розпушується і відновлюється його первісна пористість. По закінченні промивання здійснюється скидання першого фільтрату, а потім знову починається фільтроцикл.

До особливостей проектування освітлювача відноситься використання системи «низького горизонтального відводу» промивної води. Промивна вода, виходячи із шару завантаження у вертикальному напрямку, змінює цей напрямок на горизонтальний, і йде у збірний карман, несучи із собою забруднення .

1.4 Склад та властивості промивних вод

На водоочисній станції здійснюється скид зворотних (промивних) вод у р. Сухий Кагамлик, які утворюються в результаті регенерації фільтруючого завантаження швидких фільтрів та контактних освітлювачів.

Проби промивної води відбираються з трубопроводу на випуску у водний об'єкт і носять усереднений характер, так як промивна вода за своїм складом відрізняється в залежності від терміну тривання процесу промивки. У перші хвилини промивання відбувається інтенсивне відмивання фільтруючого завантаження, тому в цей момент часу скидається найбрудніша промивна вода, а далі йде "домивання" і цю промивну воду можна віднести до умовно чистої.

Періодичність відбору проб – 1 раз на місяць.

Скид промивних вод контролюється за наступними показниками: завислі речовини, BCK_5 , XCK , мінералізація, хлориди, сульфати, амоній сольовий, нітрити, нітрати, залізо загальне, нафтопродукти, фосфати.

Хімічний склад зворотних вод (середнє та максимальне значення за п'ять років представлені хімлабораторіє КП «Кременчукводоканал»), які скидаються в р. Сухий Кагамлик, наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Хімічний склад зворотних вод водоочисної станції, які скидаються в р. Сухий Кагамлик

№ п/п	Показники	Концентрація по рокам, мг/дм ³			
		2009		2010	
		Серед.	Макс.	Серед.	Макс.
1	Завислі речовини	48,2	83	38,1	51
2	<i>БСК₅</i>	8,88	19,2	8,52	12
3	<i>ХСК</i>	44,1	66,6	37,4	44,8
4	Мінералізація	253,3	317	257,3	306
5	Хлориди	26,9	33,6	25,7	30
6	Сульфати	32,4	56,32	28,6	34,56
7	Амоній сольовий	0,53	0,83	0,45	0,62
8	Нітрити	0,045	0,062	0,016	0,04
9	Нітрати	2,53	4,93	2,51	4,42
10	Залізо загальне	0,73	1,56	0,7	0,98
11	Нафтопродукти	0,03	0,035	0,036	0,079
12	Фосфати	0,49	0,78	0,39	0,87

Продовження таблиці 1.1

№ п/п	Концентрація по рокам, мг/дм ³					
	2011		2012		2013	
	Серед.	Макс.	Серед.	Макс.	Серед.	Макс.
1	53,6	92	48,8	73	47,4	78,8
2	8,62	12,6	7,29	12,11	5,5	5,89
3	34,49	63,44	42,86	57,1	44,05	58,12
4	268,6	316	251,4	280	263	328
5	25,42	29,9	25,2	28,4	26,9	36,1
6	31,04	35,8	33,4	51,2	31,7	40,4
7	0,426	0,701	0,325	0,47	0,257	0,4
8	0,019	0,052	0,012	0,026	0,01	0,045
9	2,326	2,89	1,57	2,91	1,49	2,27
10	0,762	0,81	0,6	1,17	0,442	0,784
11	0,035	0,043	0,031	0,05	0,034	0,05
12	0,226	0,59	0,318	0,515	0,25	0,46

Хімічні аналізи виконуються хіміко-аналітичною лабораторією відділу охорони навколишнього природного середовища КП “Кременчукводоканал” та контролюються аналітичним відділом Держуправління екоресурсів у Полтавській області.

2 СТИСЛА ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНОГО ОБ'ЄКТА

2.1 Клімат

Сухий Кагамлик – річка в Полтавській області, ліва притока Дніпра.

Тому кліматичні характеристики приведені за даними Полтавської гідрометеообсерваторії для м. Полтави.

Клімат даного району помірно-континентальний з відносно м'якою, легковажною і вологою зимою і жарким сухим літом [6].

Максимальна літня температура повітря $+37^{\circ}\text{C}$, мінімальна зимова - 34°C . Добовий максимум опадів рівний 178 мм. Середня величина випаровування з водної поверхні складає 629 мм.

Переважаючі вітри - північно-західного напрямку, середньорічна швидкість їх складає 4,5 м/с.

Зима м'яка, з частою відлигою. Стійкий сніжний покрив спостерігається з другої половини грудня і триває до 10-15 березня. В середньому шар снігу складає 20 см, глибина промерзання ґрунту 110 см.

Середня багаторічна середньорічна температура повітря плюс 10°C . Найбільш холодний місяць лютий ($\sim 1,4^{\circ}\text{C}$), найбільш жаркий - липень-серпень ($+22,3^{\circ}\text{C}$). Абсолютна амплітуда коливань температури повітря рівна $68,8^{\circ}\text{C}$ - от абсолютного максимуму плюс $39,1^{\circ}\text{C}$ до абсолютного мінімуму мінус $29,7^{\circ}\text{C}$.

Середня багаторічна річна сума опадів рівна 367 мм. Для конкретних років вона змінювалася від 300 до 576 мм в рік. У перебігу року спостерігається (в середньому) 110 днів з дощем, велика частина яких доводиться на холодний період.

Максимальна добова сума опадів склала 120 мм. Максимальна інтенсивність досягає 2 мм в хв. (протягом 3-5 хв.)

Сніжний покрив нестійкий, спостерігається в період з жовтня по квітень. Максимальна середньогодова висота сніжного покриву - 15 см.

Середньомісячна абсолютна вологість повітря коливається від 5,0 до 18,4 мб, відносна - 68%.

Сумарна повторюваність вітру із швидкістю 10 м/с складає 16,2% в перебігу середньостатистичного року, штилів - 6,6%.

Найбільш вітряним сезоном року є зима, коли середня повторюваність вітру із швидкістю 14 м/с і рівніша 7%. У конкретні зими вона коливається від 0 до 18%.

Сумарна повторюваність вітру 12 м/с і більш складає 29 днів в році, 15 м/с - 13 днів в році, а 20 м/с і більш - чотири дні в перебігу середньостатистичного року. У конкретні роки тривалість дії сильних вітрів може відрізнятись від середньої в 2-3 рази.

Число днів з вітром 15 м/с і більш в перебігу середньостатистичного року рівно 40. Від року до року це число може мінятись від 10 до 80.

2.2 Гідрологічна і гідрохімічна характеристика

Скид промивних вод з очисних споруд водоочисної станції КП “Кременчукводоканал” здійснюється береговим випуском в р. Сухий Кагамлик.

Сухий Кагамлик – річка в Полтавській області, ліва притока Дніпра. Довжина 64 км, площа басейну 564 км². Ширина басейну річища 94 км, ширина заплави 0,6 км, похил річки 0,52 м/км. Протікає територією Кременчуцького та Глобинського районів. Бере початок поблизу с. Устимівка Глобинського району. Після Великої Вітчизняної війни під час забудови м. Кременчука Сухий Кагамлик і Крива Руда, з якою він зливався, були на території Кременчука частково засипані ґрунтом, частково взяті в труби. Сухий Кагамлик у багатьох місцях пересох і фактично перетворився на систему ставків, озер і боліт. На берегах Кагамлика розташовані села Жуки, Опришки, Пирого, Бабичівка, Погреби Глобинського району та Гориславці, Вільна Терешківка, Червона Знаменка Кременчуцького району.

Річка Сухий Кагамлик біля залізничного шляхопроводу впадає в р. Крива Руда і далі в р.Дніпро. Природне русло ріки слабо виражене, берега низькі, заболочені, русло поросло водною та болотною рослинністю.

Водний режим характеризується нерівномірністю розподілу стоку на протязі року. Основна маса води стікає навесні за короткий час (2-3 тижні). Гідрограф річки залежить від кількості випадючих опадів та промислових вод, які скидаються.

Мінімальні середньомісячні витрати води року 95%-ї забезпеченості складає величину $0,0015 \text{ м}^3/\text{с}$ при наступних морфометричних характеристиках: ширина потоку річної води – 1,5 м; глибина потоку – 0,1 м; швидкість течії води – 0,01 м/с. коефіцієнт звивистості русла прийнятий рівним 1. Річка Сухий Кагамлик відноситься до категорії комунально-побутового водокористування.

2.3 Обробка фонових спостережень

Розрахунок фонових концентрацій хімічних речовин виконаний відповідно до методики [1].

За фонову концентрацію речовини береться статистично обґрунтована верхня довірча межа можливих середніх значень концентрацій цієї речовини, розрахована за наслідками гідрохімічних спостережень для найбільш несприятливих гідрологічних умов або найбільш несприятливої відносно якості води пори року. Верхня довірча межа визначається в різних випадках по-різному, залежно від того чи є кореляція між концентрацією розглянутої речовини і витратою чи ні. Таким чином:

$$C_{\phi} = C_{CP'} + S_{CP'} \quad (2.1)$$

де $C_{CP'}$ - середня концентрація речовини, яка за наявності регресійного зв'язку розраховується по рівнянню регресії, за відсутності регресій-

ного зв'язку - це середнє арифметичне із спостережуваних значень;

$$S_{CP}' = t_{95} \left\{ \sum_{i=1}^k (C_i - C_{CPi})^2 / k(k-m) \right\}^{0,5}, \quad (2.2)$$

де t_{95} - коефіцієнт Стюдента для довірчої вірогідності 0,95 при вибірці об'єму k .

Результати обробки даних фонових спостережень у річки Сухий Кагамлик наведені у табл.. 2.1

Таблиця 2.1 - Фонові характеристики річкової води і ГДК для водойм комунально-побутового призначення

№	Показники	Фонова концентрація, мг/дм ³	ГДК мг/дм ³
1	Завислі речовини	12,4	+ 0,75 до фону
2	<i>БСК₅</i>	2,56	3,0
3	<i>ХСК</i>	12,5	30,0
4	Азот амонійний	1,31	2,0
5	Нітрити (по азоту)	0,015	3,3
6	Нітрати (по азоту)	1,95	45,0
7	Мінералізація	647	1000,0
8	Хлориди	44,8	350,0
9	Сульфати	71,6	500,0
10	Залізо загальне	0,43	0,3
11	Фосфати	0,46	-
12	Нафтопродукти	0,2	0,3
13	<i>pH</i>	7,5	6,5-8,5
14	Розчинений кисень	5,7	4,0

3 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД РІЧКИ СУХИЙ КАГАМЛИК

3.1 Оцінка якості вод комунально-побутового призначення

Метод оцінки якості води комунально-побутового призначення ґрунтується на порівнянні показників складу і властивостей водного середовища розглядуваного водного об'єкта з відповідними нормативами.

До комунально-побутового належить використання водних об'єктів для купання, занять спортом та відпочинку населення.

Норми якості води водних об'єктів включають: загальні вимоги до складу і властивостей води водних об'єктів, які використовуються для розглядуваних видів водокористування, і перелік *ГДК* речовин.

У переліку гігієнічних *ГДК* зазначаються: повна назва речовини, лімітуюча ознака шкідливості, нормативне числове значення *ГДК* (норматив) і клас небезпеки речовини.

Перелік гігієнічних *ГДК* має три групи речовин за лімітуючими ознаками шкідливості (ЛОШ): перша група це речовини з санітарно-токсикологічною ЛОШ; друга – з органолептичною ЛОШ; третя – з загальносанітарною ЛОШ [13].

Якщо показники не мають ефекту спільної дії, то їх значення (кожного окремо) мають бути не більше за норматив:

$$C_i \leq ГДК_i. \quad (3.1)$$

Якщо показники якості води мають ефект спільної дії, то вони об'єднуються у групи і для кожної з груп показник Ψ має бути не більше 1:

$$\Psi = \sum_{i=1}^n (C_i / ГДК_i) \leq 1, \quad (3.2)$$

де n – кількість речовин у групі ЛОШ;

C_i – концентрація i -ої речовини.

За санітарними нормами у групи спільної дії об'єднують показники,

нормовані з ЛОШ 1 і 2 класу небезпеки. (у формулі (3.2) n – кількість показників з однаковими ЛОШ 1 і 2 класу небезпеки). Решта показників, нормованих без ЛОШ або з ЛОШ, але 3 і 4 класу небезпеки, не мають ефекту спільної дії [12].

Оцінку якості вод зручно виконувати у табличній формі.

Загальні вимоги до складу і властивостей води водотоків у місцях господарсько-питного водокористування наведені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Загальні вимоги до складу і властивостей води водотоків у місцях господарсько-питного водокористування [9]

№ п/п	Показники	Господарсько-питне водокористування	
1	2	3	
1	Завислі речовини	При скиді зворотних (стічних) вод конкретним водокористувачем, проведенні роботи на водному об'єкті і у прибережній зоні вміст завислих речовин у контрольному створі (пункті) не повинен збільшуватись порівняно з природними умовами більш, ніж на	
		0,25 мг/дм ³	0,75 мг/дм ³
2	Плаваючі домішки	На поверхні води не повинні виявлятися плівки нафтопродуктів, масел, жирів та скупчення інших домішок.	
3	Забарвлення	Не повинне виявлятися у стовпчику	
		20 см	10 см
4	Запахи, присмаки	Вода не повинна набувати запахів інтенсивністю більш за 1 бал, які виявляються :	
		безпосередньо або при наступному хлоруванні	безпосередньо
5	Температура	Літня температура води у результаті скиду стічних вод не повинна підвищуватись більш як на 3 ⁰ С порівняно з середньомісячною температурою води найжаркішого місяця року за останні 10 років	
6	<i>pH</i>	Не повинен виходити за межі 6,5 - 8,5	

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	
7	Мінералізація	Не більш 1000 мг/дм ³ у тому числі хлоридів - 350 мг/дм ³ , сульфатів - 500 мг/дм ³	Нормується згідно наведеного вище показника “присмаки”
8	Розчинений кисень	Не повинен бути менше 4 мг/дм ³ у будь-який період року	
9	<i>БСК_{ПОВН}</i>	Не повинне перевищувати при температурі 20 ⁰ С 3 мг О ₂ /дм ³	
10	Хімічні речовини	Не повинні міститися у воді водотоків та водоймищ у концентраціях, які перевищують нормативи, встановлені у відповідності з правилами охорони поверхневих вод.	
11	Збудники хвороб	Вода не повинна містити збудників хвороб, в тому числі життєздатні яйця гельмінтів (аскарид, волосоголовців, токсокор, фасциол), онкосфери тенеїд та життєздатні цисти патогенних кишкових найпростіших.	
12	Токсичність	-	

Гігієнічні *ГДК* деяких речовин наведені у таблиці 3.4.

Оцінка якості води для господарсько-питного водокористування наведена у таблиці 3.5.

Таблиця 3.4 – Гігієнічні *ГДК* деяких речовин [16]

№ п/п	Речовина	<i>ЛОШ</i>	<i>ГДК</i> , мг/дм ³	Клас небезпечн.
1	Аміак (по азоту)	саніт.-токсикол.	(2,0)	3
2	Анілін	саніт.-токсикол.	0,1	2
3	Бензол	саніт.-токсикол.	0,5	2
4	Кальцій	не нормований		

Продовження таблиці 3.4

5	Магній	не нормований		
6	Нафта	органолептична	0,3	4
7	Нікель	саніт.–токсикол.	0,1	3
8	Нітрати (по азоту)	саніт.–токсикол.	45,0 (10,0)	3
9	Нітрити (по азоту)	саніт.–токсикол.	3,3 (1,0)	2
10	Свинець	саніт.–токсикол.	0,1	2
11	Сульфати	органолептична	500	4
12	Фенол	органолептична	0,001	4
13	Хлориди	органолептична	350	4
14	Хром (6+)	саніт.–токсикол.	0,05	3
15	Цинк	загально–санітар.	1,0	3

Таблиця 3.5 – Оцінка якості води у річки Сухий Кагамлик
для комунально-побутового водокористування

ЛОШ	Показник	Од. вим.	Значення показника C_{Ei}	Норматив ($ГДК_i$)	Клас	Відпов. Нормам
-	Завислі речовини	мг/дм ³	12,4	фон + 0,75	-	-
-	БСК ₅	мг/дм ³	2,56	3,0	-	так
-	ХСК	-«-	12,5	30	-	так
-	<i>pH</i>	-	7,5	6,5 – 8,5	-	так
-	Розчинений кисень	мг/дм ³	5,7	4,0	-	так
-	Мінералізація	-«-	647	1000	-	так
с-т	Азот аммонійний	-«-	1,31	2,0	3	так
с-т	Азот нітритний	-«-	0,015	1,0	2	так

Продовження таблиці 3.5

с-т	Азот нітратний	-"-	1,95	10,0	3	так
орг.	Залізо	-"-	0,43	0,3	3	ні
заг.	Фосфати	-"-	-	-	-	-
орг.	Хлориди	-"-	44,8	350	4	так
орг.	Сульфати	-"-	71,6	500	4	так
орг.	Нафтопродукты	-"-	0,07	0,05	4	ні

Якість води не відповідає вимогам санітарних норм для водних об'єктів комунально-побутового призначення за вмістом заліза ($0,43 > 0,3$). Решта показників у нормі.

3.2 Екологічна оцінка якості вод за діючою методикою

Екологічна оцінка дається при здійсненні екологічного моніторингу для оцінки стану водних об'єктів, при розробці ОВНС, при оцінці ефективності природоохоронних заходів, при виробленні природоохоронної політики [4]. Вона дозволяє помітити тенденції змін якості поверхневих вод суші та естуаріїв України (як загалом, так і за окремими показниками), які спричиняються природними процесами і внаслідок прямої чи опосередкованої антропогенної дії.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуаріїв повинна обов'язково включати всі три блоки показників:

- сольового складу;
- трофо–сапробіологічні (еколого–санітарні);
- специфічні токсичної і радіаційної дії.

Вихідні дані аналізуються по кожному блоку окремо. Результати подаються у вигляді єдиної екологічної оцінки, котра складається із заключних висновків по трьох блоках.

Екологічна оцінка якості води може бути орієнтовною і ґрунтовною.

Орієнтовна екологічна оцінка виконується на основі разових вимірів окремих показників якості води, котрі найточніше характеризують екологічний стан водного об'єкта (чи його ділянки) і відповідно цьому станові якість води. Ці разові значення окремих показників якості води зіставляються з відповідними критеріями якості води, представленими в таблицях системи екологічної класифікації. На підставі такого зіставлення визначаються категорії і класи якості води за окремими показниками, взятими для разового виміру. Об'єднання результатів разових вимірів для узагальненої оцінки якості води не допускається. Клас і категорія води у цілому встановлюється за показником з найбільшим номером категорії.

Процедура виконання ґрунтової екологічної оцінки якості поверхневих вод складається з чотирьох послідовних етапів, а саме:

- a) етап групування і обробки вихідних даних;
- b) етап визначення класів і категорій якості води за окремими показниками;
- c) етап узагальнення оцінок якості води за окремими показниками (вираженими в класах і категоріях) по окремих блоках з визначенням інтегральних значень класів і категорій якості води;
- d) етап визначення об'єднаної оцінки якості води (з визначенням класів і категорій) для певного водного об'єкта в цілому чи окремих ділянок за певний період спостережень.

a) Вихідні дані за окремими показниками групуються у просторі і часі в певному, чіткому порядку: окремо для різних пунктів спостережень, або ж вкупі (з різних пунктів спостережень) для певних ділянок водного об'єкта, або ж для водного об'єкта в цілому за певний відрізок часу (місяць, сезон, рік, кілька років підряд тощо).

Вихідні дані з якості води за окремими показниками групуються в межах трьох блоків. Згруповані по блоках щодо кожного наявного показника якості води, вихідні дані (вибірки) піддаються певній обробці: обчислюються середньоарифметичні значення, визначаються мінімальні та максимальні

(найгірші) значення, котрі всі разом характеризують мінливість величин кожного з показників якості води в реальних умовах виконання і аналізу результатів спостережень.

Серед вихідних даних трапляються поодинокі дані, котрі своїми екстремальними значеннями виходять за межі окресленого діапазону мінливості величин цієї вибірки, досить далеко від максимальних (найгірших) значень.

Екстремальні значення окремих показників якості води підлягають спеціальному аналізу: з'ясуванню природних чи антропогенних причин, які могли викликати їх появу. Після такого аналізу приймаються рішення про використання чи вилучення екстремальних значень певних показників якості води.

б) Етап визначення класів та категорій якості води для окремих показників полягає у виконанні таких дій:

- середньоарифметичні (середні) значення для кожного показника окремо зіставляються з відповідними критеріями якості води, представленими в таблицях системи її екологічної класифікації;
- найгірші значення якості води (максимальні чи мінімальні) серед цих показників кожного блоку також зіставляються з відповідними критеріями якості води;
- на основі проведеного зіставлення середньоарифметичних та найгірших значень для кожного показника окремо визначаються категорії якості води за середнім і найгіршим значеннями (найбільшим за номером) для кожного показника окремо;
- зіставлення середніх і найгірших значень з критеріями спеціалізованих класифікацій та визначення класів і категорій якості води за окремими показниками теж (як і на першому етапі) виконується в межах відповідних блоків.

с) Етап узагальнення оцінок якості води за окремими показниками з визначенням інтегральних значень класів і категорій якості води виконується

лише на основі аналізу показників в межах відповідних блоків. Це узагальнення полягає у визначенні середніх і найгірших значень для трьох блокових індексів якості води, а саме: для індексу забруднення компонентами сольового складу (I_1), для трофо–сапробіологічного (еколого–санітарного) індексу (I_2), для індексу специфічних показників токсичної і радіаційної дій (I_3). Таким чином, повинно бути визначено шість значень блокових індексів, а саме: I_{1CER} та I_{1MAX} ; I_{2CER} та I_{2MAX} ; I_{3CER} та I_{3MAX} . Маючи значення блокових індексів якості води, легко визначити їх приналежність до певного класу та категорії якості води за допомогою системи екологічної класифікації.

Середні значення для трьох блокових індексів якості води визначаються шляхом обчислення середнього номера категорії за всіма показниками даного блоку; при цьому категорія 1 має номер 1, категорія 2 – номер 2 і т.д.

Середні значення блокових індексів можуть бути дробовими числами. Це дозволяє диференціювати оцінку якості води, зробити її більш точною і гнучкою. Для визначення субкатегорій якості води, відповідних середнім значенням блокових індексів, треба весь діапазон десятичних значень номерів (поміж цілими числами) розбити на окремі частини і позначити їх таким чином:

Середні значення субкатегорій якості вод	Позначення відповідних блокових індексів
1,0 – 1,2	1
1,3 – 1,4	1 (2)
1,5 – 1,6	1 – 2
1,7 – 1,8	2 (1)
1,9 – 2,2	2
2,3 – 2,4	2 (3)

і т.д. для категорії 3 – 7.

Найгірші значення для трьох блокових індексів якості води визначаються за відносно найгіршим показником (з найбільшим номером категорії) серед всіх показників даного блоку.

d) Етап визначення об'єднаної оцінки якості води для певного водного об'єкта в цілому або для окремих його ділянок полягає в обчисленні інтегрального або екологічного індексу I_E . Використання екологічного індексу якості води доцільно в тих випадках, коли зручніше користуватися однозначною оцінкою: для планування і опрацювання водоохоронної діяльності, здійснення екологічного і еколого–економічного районування, екологічного картографування тощо. Значення екологічного індексу якості води визначається за формулою (3.3):

$$I_E = \{I_1 + I_2 + I_3\} / 3, \quad (3.3)$$

де I_1 – індекс забруднення компонентами сольового складу;
 I_2 – індекс трофо–сапробіологічних показників;
 I_3 – індекс специфічних показників токсичної і радіаційної дії.

Екологічний індекс якості води, як і блокові індекси, обчислюється для середніх і для найгірших значень категорій окремо. Він може бути дробовим числом.

Визначення субкатегорій якості води на підставі екологічного індексу здійснюється так само, як для блокових індексів.

Сольовий склад поверхневих вод суші та естуаріїв оцінюється за сумою іонів та окремими інгредієнтами. При групуванні даних у просторі і часі оцінка дається за середніми і максимальними (найгіршими) значеннями показників. Клас води визначається за переважаючими аніонами (Cl^- ; SO_4^{2-} ; HCO_3^-), група – за переважаючими катіонами (Ca^{2+} ; Mg^{2+} ; $Na^+ + K^+$), тип води визначається за співвідношеннями між іонами (в еквівалентах):

- I – $HCO_3^- > (Ca^{2+} + Mg^{2+})$;
 II – $HCO_3^- < (Ca^{2+} + Mg^{2+}) < (HCO_3^- + SO_4^{2-})$;

III – $(HCO_3^- + SO_4^{2-}) < (Ca^{2+} + Mg^{2+})$ або $Cl^- > Na^+$;

IV – $HCO_3^- = 0$.

Один грам-еквівалент Cl^- складає 35,45 г; SO_4^{2-} – 48,03 г; HCO_3^- – 61,02 г; Ca^{2+} – 20,04 г; Mg^{2+} – 12,15 г; Na^+ – 22,99 г; K^+ – 39,10 г.

Для позначення видів природних вод вживаються символи, наприклад: гідрокарбонатний клас, група кальцію, тип другий – C^{Ca}_{II} ;

сульфатно–хлорідно–кальцієві води другого типу – SCl^{Ca}_{II} .

Прісні гіпо– і олігогалинні та солонуваті β –мезогалинні води оцінюються також за критеріями їх забруднення компонентами сольового складу, а саме за значеннями суми іонів, хлоридів і сульфатів.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод та естуаріїв за трофо–сапро–біологічними (еколого–санітарними) критеріями виконується на підставі середніх та найгірших значень кожного з гідрофізичних, гідрохімічних, бактеріологічних показників, а також індексів сапробності. Для цього блоку бажана узагальнена оцінка, оскільки більшість показників є взаємопов'язаними і в кінцевому підсумку вони відповідають певному ступеню трофності та зоні сапробності вод. Загальна кількість показників цього блоку для забезпечення обґрунтованих висновків не повинна бути меншою, ніж 10. Інтегрування показників при узагальненій оцінці пов'язане з втратою інформації. Тому поряд з узагальненою оцінкою обов'язково мають наводитись значення категорій для всіх тих показників, які перевищують узагальнені (середні) значення.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод та естуаріїв за специфічними показниками токсичної і радіаційної дії виконується за кожним показником окремо. Для даних, згрупованих у часі й просторі, оцінка дається за середнім та найгіршим значеннями кожного з показників.

Екологічна оцінка є неодмінною умовою екологічного нормування якості поверхневих вод, його попереднім етапом. Тому при виконанні екологічної оцінки треба передбачити зіставлення одержаних результатів зі значеннями екологічних нормативів, встановленими для даного водного

об'єкта. Це необхідно для аналізу відповідності (чи невідповідності) якості вод значенням усіх тих показників, котрі встановлені у результаті екологічного нормування якості вод для конкретного водного об'єкта.

Результати екологічної оцінки якості поверхневих вод суші та естуаріїв подаються у вигляді таблиць, графіків і карт. Найбільш наочним засобом подання результатів екологічної оцінки якості води є картографічний.

У таблиці 3.6 наведені класи і категорії якості вод за їх станом та за ступенем чистоти.

Таблиця 3.6 – Класи та категорії якості поверхневих вод суші та естуаріїв України за екологічною класифікацією [15]

Клас якості вод	I		II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7	
Назва класів і категорій якості вод за їх станом	відмінні	добрі		задовільні		погані	дуже погані	
	відмінні	дуже добрі	добрі	задовільні	посередні	погані	дуже погані	
Назва класів і категорій якості вод за ступенем їх чистоти	дуже чисті	чисті		забруднені		брудні	дуже брудні	
	дуже чисті	чисті	досить чисті	слабко-забруднені	помірно-забруднені	брудні	дуже брудні	

Результати розрахунку. Результати виконаної екологічної оцінки якості вод річки Сухий Кагамлик наведені у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 - Екологічна характеристика якості вод річки Сухий Кагамлик

Показник	Значення	Категорія	Клас	Індекс
Сольовий склад				
Сума іонів, мг/дм ³	647	2	11	$I_{1сер} =$ $= (2+2+3)/3 =$ $= 2,33$
SO ₄ , мг/дм ³ (мг-екв/дм ³)	71,6	2	11	
Cl, мг/дм ³ (мг-екв/дм ³)	44,8	3	11	
Трофо – сапробіологічні (еколого – санітарні):				
Завислі речовини, мг/дм ³	12,4	3	11	$I_{2сер} = 4,00$ $I_{2max} = 6$
<i>pH</i>	7,5	2	11	
NH ₄ , мгN/дм ³	1,31	6	1V	
NO ₂ , мгN/дм ³	0,015	4	111	
NO ₃ , мгN/дм ³	1,95	6	1V	
Розчинений кисень, мгO ₂ /дм ³	5,7	5	111	
ХСК	12,5	2	11	
БСК ₅	2,56	4	111	
Специфічні речовини токсичної дії				
Нафтопродукти, мг/дм ³	430	4	111	$I_{3сер} = 4,50$
Залізо, мг/дм ³	200	5	111	$I_{3max} = 5$

Загальний індекс буде дорівнювати: $I_{сер} = (2,33+4,00+4,50)/3=3,6$.
Відповідно цьому значенню індексу води річки Сухий Кагамлик по ступеню забрудненості відносяться до класу 3 (забруднені) категорії 4 (слабко забруднені).

3.3 Екологічна оцінка якості вод за методикою ОДЕКУ

Методика розроблена на основі діючої методики екологічної оцінки якості за відповідними категоріями з врахуванням всіх виявлених недоліків.

Показники якості вод розбити на вісім блоків:

- 1) класифікація за критеріями мінералізації;
- 2) класифікація за трофо-сапробіологічним критеріями;
- 3) класифікація за критеріями з загальносанітарною ЛОШ;
- 4) класифікація за критеріями з токсикологічною ЛОШ;
- 5) класифікація за критеріями з санітарно-токсикологічною ЛОШ;
- 6) класифікація за критеріями з органолептичною ЛОШ;
- 7) класифікація за критеріями з рибогосподарською ЛОШ;
- 8) класифікація за критеріями специфічних показників радіаційної дії.

Для першого, другого та восьмого блоків узагальнений блоковий індекс розраховується, як середнє значення ряду за формулою (3.4), а для третього – сьомого блоків осереднення не здійснюється і розрахунок блокового індексу виконується за формулою (3.5):

$$I = (1 / n) \Sigma (C_i / ГДК_i), \quad (3.4)$$

$$I = \Sigma (C_i / ГДК_i), \quad (3.5)$$

Для показників усіх блоків гранична норма встановлюється по таблиці 3.8. Якщо деяких показників, по яких виконується комплексна оцінка, немає у табл. 3.8, то для них використовуються рибогосподарські *ГДК* і ЛОШ.

Таблиця 3.8 – Критерії якості поверхневих вод [18]

Показник	Гранична норма (ГДК)
1	2
1. Критерії мінералізації	
Мінералізація, мг/дм ³	1250
2. Критерії трофо–сапробіологічних (еколого–санітарних) показників	
Завислі речовини, мг/дм ³	30
Прозорість, м	0,60
<i>pH</i>	6,5-8,5
Розчинений кисень, мг/дм ³	7,0

1	2
Запах, бали	2
Перманганат. окисл., мг/дм ³	10,0
Біхроматна окисл., мг/дм ³	30,0
БСК ₅ , мг/дм ³	4,0
Біомаса фітопланктона, мг/дм ³	5,0
Індекс самоочищення-самозабруднення (A/R)	1,5
Чисельн.бак-теріопланкт., млн.кл/см ³	5,0
Чис.сапрофіт.бактер., тис.кл/см ³	10,0
4. Критерії показників токсикологічної ЛОШ	
Азот амонійний, мг/дм ³	0,39
Азот нітритний, мг/дм ³	0,02
Ртуть, мг/дм ³	0,00001
Кадмій, мг/дм ³	0,005
Цинк, мг/дм ³	0,01
Свинець, мг/дм ³	0,1
Хром, мг/дм ³	0,001
Нікель, мг/дм ³	0,01
Миш'як, мг/дм ³	0,05
Залізо, мг/дм ³	0,1
Марганець, мг/дм ³	0,01
Цианіди, мг/дм ³	0,05
5. Критерії показників санітарно-токсикологічної ЛОШ	
Азот нітратний, мг/дм ³	9,1
СПАР, мг/дм ³	0,50
Нагрій, мг/дм ³	120
Калій, мг/дм ³	50,0
Кальцій, мг/дм ³	180
Магній, мг/дм ³	40,0
Хлориди, мг/дм ³	300
Сульфати, мг/дм ³	100
7. Критерії показників рибогосподарської ЛОШ	
Нафтопродукти, мг/дм ³	0,05
Феноли, мг/дм ³	0,001
8. Критерії показників радіаційної дії	
Сумарна β-активність	1,0*10 ⁻¹¹
⁹⁰ Sr	3,0*10 ⁻¹²
¹³⁷ Cs	5,0*10 ⁻¹²

Узагальнена оцінка виходить в результаті осереднення блокових індексів:

$$I_E = \{ I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7 + I_8 \} / 8. \quad (3.6)$$

Характеристика якості поверхневих вод представлена в таблицях 3.9-3.12.

Таблиця 3.9 – Класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критерієм мінералізації [10]

Клас якості вод	Прісні води – I		Солонуваті води – II			Солоні води – III	
Категорія якості	Гіпо-галінні	Оліго-галінні	β-мезо-галінні	α-мезо-галінні	Полі-галінні	Еугалінні	Ультра-галінні
	1	2	3	4	5	6	7
Мінералізація, г/дм ³	<0,50	1,00	5,00	18,0	30,0	40,0	>40,0

Таблиця 3.10 – Класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критеріями іонного складу [10]

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

Таблиця 3.11 – Екологічна класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв [10]

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості	1	2	3	4	5	6	7
$\Psi = \sum(C_i / ГДК_i)$	$\leq 0,25$	$\leq 0,50$	$\leq 1,00$	$\leq 2,00$	$\leq 4,00$	$\leq 8,00$	$> 8,00$

Таблиця 3.12 – Класи та категорії якості поверхневих вод суші та естуаріїв України за екологічною класифікацією [10]

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості	1	2	3	4	5	6	7
Назва класів і категорій якості вод за ступенем їх чистоти	дуже	чисті		забруднені		брудні	дуже
	дуже чисті	чисті	досить чисті	слабко забруднені	помірно забруднені	брудні	дуже брудні
Сапробність	олігосапробні		β -мезосапробні		α -мезосапробні		Полісапробні
	β -олігосапробні	α -олігосапробні	β' -мезосапробні	β'' -мезосапробні	α' -мезосапробні	α'' -мезосапробні	полісапробні

У таблиці 3.13 представлені розрахунки екологічної оцінки якості поверхневих вод Річки Сухий Кагамлик за методикою ОДЕКУ.

Узагальнена оцінка за формулою (3.6) складає:

$$I_E = \{0,518 + 0,723 + 8,41 + 4,00 + 1,079\} / 5 = 2,95.$$

За методикою ОДЕКУ води р. Сухий Кагамлик відносяться до класу 3 (забруднені) категорії 5 (помірно забруднені).

Таблиця 3.13 – Екологічна оцінка якості р. Сухий Кагамлик за методикою ОДЕКУ

Показник	Значення C_i	Гранична норма (ГДК)	$C_i / ГДК_i$	I
Мінералізація, мг/дм ³	647	1250	0,518	0,518
Трофо–сапробіологічний (еколого–санітарний) блок				
Завислі речовини, мг/дм ³	12,4	30	0,413	(0,413+ +0,882+ +1,05+ +0,853+ +0,416)/5= =0,723
<i>pH</i>	7,5	6,5-8,5	0,882	
Розчинений кисень, г/дм ³	5,7	6,0	1,05	
Біхроматна окисл., г/дм ³	12,5	30,0	0,416	
<i>БСК</i> ₅ , мг/дм ³	2,56	3,0	0,853	
Критерії токсикологічної ЛОШ				
Азот амонійний, мг/дм ³	1,31	0,39	3,36	8,41
Азот нітритний, мг/дм ³	0,015	0,02	0,750	
Залізо, мг/дм ³	0,43	0,10	4,30	
Критерії рибогосподарської ЛОШ				
Нафтопродукти, мг/дм ³	0,20	0,05	4,00	4,00
Критерії санітарно-токсикологічної ЛОШ				
Азот нітратний, мг/дм ³	1,95	9,1	0,214	1,08
Хлориди, мг/дм ³	44,8	300	0,149	
Сульфати, мг/дм ³	71,6	100	0,716	

Узагальнений індекс дорівнює $I_{CP} = (0,518 + 0,723 + 0,841 + 4,00 + 1,08) / 5 = 2,95$. Відповідно таблиці 3.11 ці води відносяться до категорії 5 (помірно

забруднені) клас 3 (забруднені).

3.4 Оцінка якості вод рибогосподарського призначення

До рибогосподарського належить використання водних об'єктів для проживання, розмноження та міграції риб і інших організмів.

Рибогосподарські водні об'єкти можуть бути трьох категорій:

до вищої категорії належать місця розташування нерестовищ, масового нагулу та зимувальних ям особливо цінних видів риб та інших водних організмів, а також водні об'єкти для штучного розведення риб і інших водних організмів;

до першої категорії належать водні об'єкти, що використовуються для збереження та відтворення цінних видів риб, які мають високу чутливість до вмісту кисню;

до другої категорії належать водні об'єкти, які використовуються для інших рибогосподарських цілей.

Норми якості води водних об'єктів включають: загальні вимоги до складу і властивостей води водних об'єктів, які використовуються для розглядуваних видів водокористування; перелік *ГДК* речовин у воді водних об'єктів, які використовуються у рибогосподарських цілях. У переліках *ГДК* зазначаються: повна назва речовини, лімітуюча ознака шкідливості та нормативне числове значення *ГДК* (норматив) [18]

У переліку рибогосподарських *ГДК* речовини поділені на п'ять груп за *ЛОШ*: перша група об'єднує речовини з санітарно–токсикологічною *ЛОШ*; друга – з органолептичною *ЛОШ*; третя – з загально–санітарною *ЛОШ*; четверту групу складають речовини з токсикологічною *ЛОШ*; п'яту – з рибогосподарською *ЛОШ*.

Оцінка якості води виконується методом зіставлення значень показників якості води (виміряних або розрахованих) з нормативами. Вимоги до вмісту речовин – формули (3.1) і (3.2).

При рибогосподарському використанні водного об'єкта норми якості води повинні виконуватись в усьому водному об'єкті, починаючи з контрольного створу, який визначається у кожному конкретному випадку органами рибнадзору, але не далі як за 500 м від місця скиду стічних вод.

Загальні вимоги до складу і властивостей води водних об'єктів у місцях рибогосподарського водокористування наведені у таблиці 3.14.

Оцінка якості вод річки Сухий Кагамлик наведена у таблиці 3.15.

Таблиця 3.14 - Загальні вимоги до складу і властивостей води водних об'єктів рибогосподарського призначення [18]

№ п/п	Показники	Рибогосподарські (категорії)	
		вища та перша	друга
1	2	3	
1	Завислі речовини	При скиді зворотних (стічних) вод конкретним водокористувачем, проведенні роботи на водному об'єкті і у прибережній зоні вміст завислих речовин у контрольному створі (пункті) не повинен збільшуватись порівняно з природними умовами більш, ніж на	
		0,25 мг/дм ³	0,75 мг/дм ³
2	Плаваючі домішки	На поверхні води не повинні виявлятися плівки нафтопродуктів, масел, жирів та скупчення інших домішок.	
3	Забарвлення	Вода не повинна набувати стороннього забарвлення	
4	Запахи, присмаки	Вода не повинна надавати сторонніх запахів та присмаків м'ясу риби	
5	Температура	Температура води не повинна підвищуватись порівняно з температурою водного об'єкта більш як на 5 ⁰ С із загальним підвищенням температури не більш ніж до 20 ⁰ С влітку і 5 ⁰ С взимку для водних об'єктів, які населяють холодноводні риби (лососеві та сигові), і не більш ніж до 28 ⁰ С влітку і 8 ⁰ С взимку у решті випадків. У місцях нерестовищ забороняється підвищувати температуру води взимку більш ніж до 2 ⁰ С.	
6	<i>pH</i>	Не повинен виходити за межі 6,5 - 8,5	
7	Мінералізація	Нормується згідно з таксаціями рибогосподарських водних об'єктів.	

Продовження таблиці 3.14

8	Розчинений кисень	У зимовий (підлітній) період повинен бути не менше	
		6 мг/дм ³	4 мг/дм ³
		У літній (відкритий) на усіх водних об'єктах повинен бути не менше 6 мг/дм ³	
9	<i>БСК_{ДОВН}</i>	3 мгО ₂ /дм ³	3 мгО ₂ /дм ³
		Якщо у зимовий період вміст розчиненого кисню у водних об'єктах вищої та першої категорій знижується до 6 мг/л, а у водних об'єктах другої категорії - до 4 мг/л, то можна припустити скид в них лише тих стічних вод, які не змінюють <i>БСК</i> води.	
10	Хімічні речовини	Не повинні міститися у воді водотоків та водоймищ у концентраціях, які перевищують нормативи, встановлені у відповідності з правилами охорони поверхневих вод.	
11	Збудники хвороб	Вода не повинна містити збудників хвороб, в тому числі життєздатні яйця гельмінтів (аскарид, волосоголовців, токсокор, фасциол), онкосфери тенеїд та життєздатні цисти патогенних кишкових найпростіших.	
12	Токсичність	Стічна вода на випуску у водний об'єкт не повинна справляти гострої токсичної дії на тест-об'єкти	

Таблиця 3.15 - Оцінка якості вод рибогосподарського призначення

ЛОШ	Показник	Значення	$ГДК_i$	$\frac{C_i}{ГДК_i}$	Примітка
–	Завислі речовини, мг/дм ³	12,4	фон + 0,75	–	
–	Загальна мінералізація, мг/дм ³	647	не норм.		
–	<i>БСК</i> , мг/дм ³	2,56	3	–	так
–	<i>ХСК</i> , мг/дм ³	12,5	не норм.	–	
–	<i>pH</i>	7,5	6,5 – 8,5	–	так
–	Розчинений кисень, мг/дм ³	5,7	6,0	–	так
Токсикологічна	Азот амонійний, мг/дм ³	1,31	0,39	3,36	ні
	Нітрити, мг/дм ³	0,015	0,02	0,75	
	Залізо, мг/дм ³	0,43	0,1	4,30	
	Σ			8,41	
Санітарно-токсикологічна	Нітрати, мг/дм ³	1,95	9,1	0,21	ні
	Сульфати, мг/дм ³	71,6	100	0,72	
	Хлориди, мг/дм ³	44,8	300	0,15	
	Σ			1,08	
Рибогосп.	Нафтопродукти, мг/дм ³	0,20	0,05	4,00	ні

Якість вод річки Сухий Кагамлик не відповідає вимогам рибогосподарських норм по більшості показників: по вмісту забруднювальних речовин токсикологічної групи норматив перевищується у 8,4 разів; санітарно-токсикологічної групи - у 1,1 рази; нафтопродуктів - у 4 рази. Показники загальних вимог у нормі.

Таку воду слід вважати помірно забрудненою, це відповідає оцінки ОДЕКУ.

4 РОЗРАХУНОК ГРАНИЧНО ДОПУСТИМОГО СКИДУ ЗАБРУДНЮВАЛЬНИХ РЕЧОВИН

4.1 Загальні умови

Розробку *ГДС* забруднювачів, що потрапляють у річку Сухий Кагамлик із промивними водами КП «Кременчукводоканал» виконано у відповідності із статтею (ст.) 33 Закону України “Про охорону навколишнього природного середовища” від 25.06.1991 року [8] та ст. 18 Закону України “Про тваринний світ” від 13.12.2001 року .

Під час розробки *ГДС* було використано “Інструкцію про порядок розробки та затвердження гранично допустимих скидів (*ГДС*) речовин у водні об’єкти із зворотними водами” [1], затверджену наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 15.12.1994 року №116. Крім того використано ряд інших нормативних документів.

Умовою для визначення *ГДС* забруднювачів було забезпечення гарантії якості води у контрольних створах для рибогосподарського водокористування. У зв’язку з цим, згідно пункту 2.4 Інструкції, при визначенні *ГДС* речовин враховувалися їх ЛОШ (для всіх речовин, крім основних іонів мінералізації води). Головною вимогою було те, щоб у контрольному створі сума відношень концентрацій речовин з однаковим ЛОШ до відповідних *ГДК* (або до природних фонових концентрацій цих речовин, якщо вони перевищують *ГДК*) не перевищувала одиниці.

Крім цього, для тих речовин у яких фонові концентрації перевищують *ГДК* та обумовлені господарчою діяльністю, *ГДС* встановлювався виходячи із переносу нормативних вимог, що пред’являються до якості води водоймища на стічні води (згідно пункту 2.4 Інструкції).

Склад показників стічних вод для розрахунку *ГДС* визначався виходячи із діяльності водокористувача, згідно пункту 2.6 Інструкції.

При встановленні *ГДС* враховувалися наступні положення, викладені у пункті 2.12 Інструкції:

- розраховані *ГДС* речовин не повинні перевищувати показників скиду речовин, які можуть бути досягненні при використанні типового способу очищення цієї категорії зворотних вод, навіть якщо водний об'єкт дозволяє скидати значно більші їх величини;
- розраховані *ГДС* не повинні перевищувати значень фактичних середніх, проектних та відповідних типовому способу очищення концентрацій речовин для даного випуску стічних вод (за винятком речовин, концентрації яких зростають у процесі очищення);
- допустимі концентрації речовин в зворотних водах не повинні призначатися меншими їх нормативних значень для водоприймача (за винятком випадків, коли фактичні концентрації речовин в зворотних водах менші нормативних для водоприймача, а також коли враховуються ЛОШ речовин).

4.2 Теоретичні передумови розрахунку *ГДС*

Згідно Інструкції [1] величину *ГДС* речовин для всіх категорій водокористування необхідно визначати як добуток максимальної годинної витрати (q) вод на допустиму концентрацію забруднювальної речовини ($C_{ГДС}$):

$$ГДС = q * C_{ГДС}, \quad (4.1)$$

Зазвичай величина максимальної годинної витрати визначається виходячи із режиму водовідведення та вибирається як найбільша у році. Ця величина зазвичай пов'язана із технологією виробництва та не змінюється при оптимізації скидів у водні об'єкти. У переважній більшості випадків нормується величина концентрації забруднювальної речовини, що відводиться. Тому нормування – це визначення $C_{ГДС}$, що забезпечує нормативну якість води у контрольному створі.

В умовах водовідведення зворотних вод, що впливають на стан

комунально-побутових водостоків, норми якості поверхневих вод або їх природний склад та властивості повинні втримуватися на відстані 1км від границь району водокористування.

Інша важлива вимога, як відзначалося вище, - це те, що для всіх нормуємих речовин при комунально-побутовому водокористуванні *ГДС* встановлюється так, щоб для усіх речовин з однаковою ознакою шкідливості (ЛОШ) 1 і 2 класів небезпеки, що містяться у воді водного об'єкту, сума відношень концентрації кожної речовини до відповідних *ГДК* не перевищувала одиниці [1].

У випадку, коли у якоїсь речовини фонові концентрація перевищує *ГДК*, згідно пункту 2.4 Інструкції, *ГДС* встановлюється виходячи із віднесення нормативних вимог до складу та властивостей води водних об'єктів до самих стічних вод.

Склад стічних вод, необхідних для розрахунку *ГДС*, визначався виходячи із характеру діяльності водокористувача (згідно пункту 2.6 Інструкції).

Перелік розглядаємих речовин для стічних вод, що потрапляють у річку наведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Гідрохімічна характеристика промивних вод [7]

№ п/п	Показники, мг/л	<i>ГДК</i> , мг/л	Максимум	В середньому	Прим.
1	2	3	4	5	6
1	Завислі речовини	Фон+0,75	92	47,2	
2	Мінералізація	1000,0	328	259	так
3	<i>БСК</i> ₅	3,0	19,2	7,77	ні
4	Нітрити (по азоту)	0,02	0,062	0,020	так
5	Нітрати (по азоту)	10,0	4,93	2,09	так

1	2	3	4	5	6
6	Азот амонійний	2,0	0,83	0,40	так
7	Хлориди	350	36,1	26,0	так
8	Сульфати	500	56,3	31,4	так
9	Фосфати	3,5	0,87	0,33	так
10	Залізо	0,3	1,56	0,65	ні
11	Нафтопродукти	0,3	0,079	0,033	так
12	ХСК	30	66,5	40,6	ні

Аналіз приведених у таблиці даних показує, що значення таких показників, як $БСК_5$, $ХСК$ і залізо загальне в промивних водах перевищують величини їх $ГДК$ для водних об'єктів комунально-побутового призначення.

Найбільшим було перевищення вмісту у стічних водах $БСК$. Всі розрахунки величин допустимих концентрацій та $ГДС$ виконано для найнесприятливішого періоду року – літніх місяців. В цей період спостерігається мінімальна водність річки.

Для групи речовин, що є неконсервативними, згідно Інструкції [1], гранична для скиду концентрація визначається за формулою (4.2):

$$C_{ГДС} = n * ((C_{ГДК} - C_0)e^{kt} - C_E + C_0) + C_E, \quad (4.2)$$

де n – кратність загального розводження стічних вод у контрольному створі водотоку;

$C_{ГДК}$ – гранично допустима концентрація, $г/м^3$;

C_0 – розрахункова природна фонова концентрація забруднювальних речовин у водотоку, $г/м^3$;

C_E – розрахункова фонова концентрація, $г/м^3$;

t – час руху води від місця випуску до розрахункового створу, діб;

k – коефіцієнт неконсервативності, $1/добу$.

Значення t визначається за формулою (4.3):

$$t = l / (86,4 * V_{CP}), \quad (4.3)$$

де l – відстань від місця випуску до розрахункового створу, км;
 V_{CP} – середня швидкість течії, м/с.

Значення коефіцієнта k знаходиться за формулою (5.4):

$$k = a * k_t * k_{st}, \quad (4.4)$$

де a – поправка на швидкість течії;
 k_t – поправка на температуру води;
 k_{st} – статичний коефіцієнт неконсервативності.
 Значення коефіцієнта k_{st} наведені у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Значення статичного коефіцієнту неконсервативності k_{st} [1]

№ п/п	Р е ч о в и н а	Значення k_{st} , 1/добу при температурі 20 ⁰ С
1	$BCK_{повн}$	0,23
2	Азот амонійний	0,069
3	Нітрити	0,19
4	Нітрати	0,112
5	Нафтопродукти	0,044
6	$СПАР$	0,46 – 0,9
7	Феноли	0,32 – 0,6
8	$ХСК$	0,3

Для визначення параметру “ a ” було використано формулу із Інструкції [1], згідно якої:

$$C_{ГДС} = C_{ГДК} - C_{ф} + C_{ф} \cdot V \cdot k_t \quad (4.5)$$

де V – швидкість течії, м/с.

Поправка на температуру води визначається із залежності (4.6) [1]:

$$k_t = 0,0451 \cdot T + 0,101, \quad (4.6)$$

де T – температура води, °С.

Інша розрахункова формула речовин не враховує їх перетворення (трансформацію) під час переміщення до контрольного створу. Для цієї групи речовин, що є консервативною, допустима концентрація скиду визначалася за формулою (4.7):

$$C_{ГДС} = n \cdot (C_{ГДК} - C_{ф}) + C_{ф}, \quad (4.7)$$

4.3 Кратність розводження промивних вод

У відповідності з Інструкцією [1] та за ред. А.В.Караушева [14] кратність розводження стічних вод у контрольному створі розраховується методом Фролова-Родзілера за формулою:

$$n = (Q_{cm} + \gamma Q_e) / Q_{cm} \quad (4.8)$$

Авторами методу було введено поняття коефіцієнта перемішування γ , який вказує частку витрат річки, що бере участь в розбавленні стічних вод,

$$\gamma = (1 - \beta) / (1 + Q_e \beta / Q_{cm}) \quad (4.9)$$

де

$$\beta = \exp(-ax^{1/3}) \quad (4.10)$$

тут x — відстань по фарватеру від місця випуску стічних вод до розглянутого створу; a - коефіцієнт, що враховує вплив гідравлічних умов перемішування,

$$a = \xi \varphi (D / Q_{cm})^{1/3} \quad (4.11)$$

де ξ - коефіцієнт, що залежить від розташування випуску стічних вод у водотік; при випуску біля берега він дорівнює 1,0, а у стрижня річки-1,5; φ - коефіцієнт звивистості річки.

Q_E – розрахункова витрата вод у річці вище скиду стічних вод (фонова витрата) $0,0015 \text{ м}^3/\text{с}$

C_E – концентрація домішки у воді потоку вище місця скиду 0;

Q_{CT} – витрата стічних вод, $(24110/24=1004 \text{ м}^3/\text{год} = 0,279 \text{ м}^3/\text{с}$;

C_{CT} – концентрація домішки у стічних водах, 100%;

V_C – середня швидкість потоку на розрахунковій ділянці $0,01 \text{ м}/\text{с}$;

B_C – середня ширина потоку у місті скиду, $1,5 \text{ м}$;

H_C – середня глибина потоку на розрахунковій ділянці, $0,1 \text{ м}$;

D – коефіцієнт турбулентної дифузії, $0,0027 \text{ м}^2/\text{с}$.

Випуск стічних вод відбувається на глибині $0,6 \text{ м}$ від дна каналу.

У розглядуваному випадку витрата стічної води ($0,279 \text{ м}^3/\text{с}$) перевищує витрату вод річки ($0,0015 \text{ м}^3/\text{с}$) у розрахунковий період часу в 186 разів. Це означає, що у контрольному створі кратність розводження стічних вод буде дорівнювати 1 при будь-якій відстані цього створу від міста скиду стічних вод. Таким чином формула (4.7) перетворюється до виду: $C_{ГДС} = C_{ГДК}$.

4.4 Розрахунок гранично допустимих для скиду концентрацій забруднювальних речовин

У розглядуваному випадку граничні для скиду концентрації речовин у стічних водах $C_{ГДС}$ прийняти рівними $C_{ГДК}$. Гранично допустимі для скиду концентрації визначені за умовою:

$$C_{ГДС} = \min \{C_{ГД}; C_{\Phi}\}. \quad (4.8)$$

Таблиця 4.6 – Результати розрахунків гранично допустимого скиду (ГДС) забруднювачів та їх допустимих концентрацій $C_{ГДС}$

№ п/п	Забруднювальні речовини	Задана концентрація речовини, г/м ³			Результати розрахунків		
		C_E	$C_{ГДК}$	$C_{Факт}$	$C_{ГД}$, г/м ³	$C_{ГДС}$, г/м ³	ГДС, г/годину
1	Завислі речовини	12,4	фон+0,75	47,2	13,2	13,2	221
2	Загальна мінералізація	647	1000	259	1000	259	4336
3	BCK_5	2,56	3,0	7,77	3,0	3,0	50,2
4	Нітрити (по азоту)	0,015	0,020	0,020	0,020	0,020	3,35
5	Нітрати (по азоту)	1,95	10,0	2,09	10,0	2,09	35,0
6	Азот амонійний	1,31	2,0	0,40	2,0	0,40	6,70
7	Хлориди	44,8	350	26,0	350	26,0	435
8	Сульфати	71,6	500	31,4	500	31,4	526
9	Фосфати	0,46	-	0,33	-	-	-
10	Залізо	0,43	0,30	0,65	0,30	0,30	5,02
11	Нафтопродукти	0,20	0,30	0,033	0,30	0,033	0,552

4.5 Визначення гранично допустимого скиду забруднювальних речовин

Результати визначення затверджених гранично допустимих концентрацій забруднювальних речовин, що потрапляють у річку Сухий Кагамлик із промивними водами КП «Кременчукводоканал» та розрахунку фактичного і затвердженого гранично допустимого скиду наведено у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Результати визначення затвердженого ГДС

№ п/п	Показники складу зворотних вод	Фактична концентрація, г/м ³	Фактичний скид, г/годину	С _{ГДС} , г/м ³	ГДС	
					г/годину	т/рік (оціночний)
1	Завислі речовини	47,2	790	13,2	221	116
2	Загальна мінералізація	259	4336	259	4336	2279
3	БСК ₅	7,77	130	3,0	50,2	26,4
4	Нітрити (по азоту)	0,020	3,35	0,020	3,35	0,176
5	Нітрати (по азоту)	2,09	3,50	2,09	35,0	18,4
6	Азот амонійний	0,40	6,70	0,40	6,70	3,52
7	Хлориди	26,0	435	26,0	435	229
8	Сульфати	31,4	256	31,4	526	276
9	Фосфати	0,33	-	-	-	-
10	Залізо	0,65	10,9	0,30	5,02	2,64
11	Нафтопродукти	0,033	0,552	0,033	0,552	0,290

Затверджений склад стічних вод:

- плаваючі частки – відсутні;
- запах, смак – відсутні;
- кольоровість – відсутня;
- прозорість - 20 см;
- температура – фон + 5⁰С, але не більше 28⁰С влітку і не менше 8⁰С

взимку;

- водневий показник *pH* – 6,5 ... 8,5;
- розчинений кисень - 4 ... 6 мг О₂/дм³;
- колі-індекс - < 1000;
- коліфагі - < 100 паличок в 1 літрі;
- лактозопозитивні кишечні палички - < 5000 штук в 1 літрі;
- життєздатні яйця гельмінтів – відсутні.

5 РОЗРАХУНОК ПЛАТИ ЗА СКИД ЗАБРУДНЮВАЛЬНИХ РЕЧОВИН У ВОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Розмір збору за скиди забруднювальних речовин в поверхневій воді, територіальні і внутрішні морські води згідно [11] визначається за формулою:

$$P_B = \sum_{i=1}^n [(H_{\delta i} * M_{\lambda i}) + (K_n * H_{\delta i} * M_{ni})] * K_m * K_{ind}, \quad (5.1)$$

де: P_B – розмір збору, грн;

$H_{\delta i}$ – базовий норматив плати за скид 1 т i -ї забруднювальної речовини в межах ліміту, грн/т;

$M_{\lambda i}$ – маса річного скиду i -ї забруднювальної речовини в межах ліміту, т;

K_n – коефіцієнт кратності платні за понадлімітні скиди забруднювальних речовин;

M_{ni} – маса понадлімітного річного скиду i -ї забруднювальної речовини, т;

K_m – регіональний басейновий коефіцієнт, що враховує територіальні екологічні особливості і умови функціонування водного господарства, для р. Сухий Кагамлиу $K_m = 1,0$;

K_{ind} – коефіцієнт індексації.

Базові нормативи за скид шкідливих речовин в поверхневій джерела води за одну тону наведені в таблицях 5.1 і 5.2.

Таблиця 5.1 – Базові нормативи плати за скид основних забруднювальних речовин у водні об'єкти [5]

Забруднювальна речовина	Норматив збору, грн/т
Азот амонійний	1293,10
Органічні речовини	517,57
Завислі речовини	37,09
Нафтопродукти	7606,99
Нітрати	111,26
Нітрити	6350,98
Сульфати і хлориди	37,09
Фосфати	1033,52

Таблиця 5.2 – Нормативи плати за скид забруднювальних речовин у водні об'єкти залежно від концентрації забруднювальних речовин [5]

Концентрація забруднювальних речовин, мг/дм ³	Норматив збору, грн/т
до 0,001	135489,06
0,001 – 0,09	98236,15
0,1 – 1 (включно)	16935,94
1 – 10	1723,59
Більш 10	345,04

Таблиця 5.3 – Розрахунок плати за скид забруднювальних речовин у водні об'єкти

№ п/п	Показник	Факт. сарос, т/рік	Норм. плати, грн./т	Фактичний скид, т/рік		Плата за скид, грн./рік	
				ліміт	понад- ліміт	ліміт	понад- ліміт
1	Завислі речовини	415	1	116	299	116	1495
2	<i>БСК₅</i>	68,4	35	26,4	42,0	924	7350
3	Нітрити	0,578	172	0,578	0	99,4	0
4	Нітрати	81,5	3	81,5	0	244	0
5	Азот амонійний	3,52	35	3,52	0	123	0
6	Хлориди	229	1	229	0	229	0
7	Сульфати	276	1	276	0	276	0
8	Фосфати	2,90	28	2,90	0	81,3	0
9	Залізо	5,72	344	2,64	3,08	1968	5298
10	Нафто-продукти	0,290	206	0,290	0	59,7	0
Σ						4120	14143
Усього						18263	
З врахуванням $K_T = 2,2$						40180	

У таблиці 4.10 показники азот нітритів і азот нітратів перераховані в нітрити і нітрати з коефіцієнтами 3,23 і 4,43 відповідно.

Плата за скид дорівнює 40,2 тис.грн./рік, з них за понадлімітний скид – 31,1 тис.грн/рік.

ВИСНОВКИ

1. Промивні води КП «Кременчукводоканал» у розрахунковий період часу є основним джерелом підпитки річки Сухий Кагамлик. Витрата цих вод складає $0,279 \text{ м}^3/\text{с}$, що перевищує натуральну витрату вод річки, яка складає $0,0015 \text{ м}^3/\text{с}$, у 186 разів. Таким чином, у маловодний період гідрохімічний режим річки нижче скиду промивних вод повністю залежить від їх хімічного складу.

2. Якість вод річки Сухий Кагамлик не відповідає вимогам санітарних норм до водних об'єктів комунально-побутового призначення тільки по одному показнику: залізо загальне. Значення цього показника складає $0,43 \text{ мг}/\text{дм}^3$, що перевищує гігієнічну *ГДК*, яка дорівнює $0,30 \text{ мг}/\text{дм}^3$.

Якість стічних вод не відповідає вимогам санітарних норм по трьох показниках: завислі речовини ($47,2 > 13,2 \text{ мг}/\text{дм}^3$); *БСК₅* ($7,77 > 3,0 \text{ мг}/\text{дм}^3$); залізо загальне ($0,65 > 0,30 \text{ мг}/\text{дм}^3$).

3. Кратність розводження промивних вод у контрольному створі в розглядуваних умовах (див. п. 1) буде дорівнювати одиниці незалежно від того, на який відстані знаходиться контрольний створ від міста скиду стічних вод. Враховує також, що скид промивних вод відбувається у границях селища, при розрахунках *ГДС* речовин вимоги санітарних норм до якості поверхневих вод комунально-побутового призначення необхідно перенести на промивні води.

4. Негативний вплив на річку Сухий Кагамлик КП впливає по трьох показниках: завислі речовини, органічні речовини і залізо загальне. Для зниження цього впливу на підприємстві необхідно передбачити у подальшому біологічну очистку промивних вод.

Річна плата підприємства за скид забруднювальних речовин у водні об'єкти складає 40,2 тис. грн., з них за понадлімітний скид – 31,1 тис. грн.

5. Води річки Сухий Кагамлик за екологічною оцінкою по діючої методиці характеризуються як слабо забруднені, що неадекватно відображає

стан її води, як середовища мешкання живих організмів. Це підтверджує рибогосподарська оцінка, у відповідності з якою води річки скоріше відносяться до вод з середньою забрудненістю: з шести показників три групових перевищують нормативи в 8,4, 4,0 і 1,1 разі.

Точніше води річки Сухий Кагамлик характеризується за методикою запропонованою ОДЕКУ, у відповідності з якою вони відносяться до категорії помірно забруднених вод.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. «Інструкція про порядок розробки та затвердження гранично допустимих скидів (ГДС) речовин у водні об'єкти із зворотними водами» // База даних «Законодавство України» / ВР України URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0313-94/page> (дата звернення 10. 05. 2019).
2. Абрамов М.М. водопостачання Підручник для вузів. - Вид.2-е пероб. і доп. - М.: Стройиздат, 1974. - 480 с.
3. Анісімова С.В. Водопостачання, водовідведення та покращення якості води. Частина II. Покращення якості питної води /Світлана Вікторівна Анісімова: Конспект лекцій. – Харків: ХНАДУ, 2017.- 66 с.
4. Временные методические указания по проведению расчётов фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков – Л.: Гидрометеиздат. – 1983.
5. Державна фіскальна служба України URL: <http://www.sfs.gov.ua> (дата звернення 18.04.2019)
6. Енцикл. довід. / за ред. А. В. Кудрицького; "Українська енциклопедія" ім. М. П. Бажана. – Київ: "Укр. енциклопедія" ім. М. П. Бажана, 1992. – 1022 с
7. Житлово-комунальне господарство міста. Офіційний сайт Кременчуцької міської ради URL: <http://www.kremen.gov.ua/>. (дата звернення 18. 04. 2019).
8. Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища” від 25.06.1991 року.
9. Збірник методичних вказівок з дисципліни “Методи оцінки якості природних вод” для студентів спеціальності “Екологія та охорона навколишнього середовища”. / Юрасов С.М. – Одеса: ОДЕКУ, 2005. - 86 с.
10. КНД 211.1.4.010-94 "Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. Методика.// К.: Мінприроди,1994 р.

11. Методика визначення розмірів плати і стягнення платежів за забруднення навколишнього природного середовища України від 24.05.1993
12. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Київ, - 1998. – 28 с.
13. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / А.В. Гриценко, О.Г. Васенко, Г.А. Верніченко та ін. – Х.: УкрНДІЕП. – 2012. – 37 с.
14. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод / Под ред. А.В.Караушева – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 280с
15. Наказ «Про затвердження Правил приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення та Порядку визначення розміру плати, що справляється за понаднормативні скиди стічних вод до систем централізованого водовідведення» від 01.12.2017 № 316 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0056-18> (дата звернення 28.04.19).
16. Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення. Сан.Пін №0379-96. Редак. від 29.08.2007.50-55с
17. Стан систем водопостачання та водовідведення міста кременчук, проблеми та шляхи їх вирішення. Директор технічного КП “Кременчук-водоканал” Галка С.В. 2019 рік. URL:<https://kvk.pl.ua/resources/medias/275.pdf> (дата звернення:29.04.19).
18. Юрасов С.М., к.т.н., Кур’янова С.О., ас., Юрасов М.С., інсп. // Комплексна оцінка якості вод за різними методиками та шляхи її вдосконалення. 2009, №5.