

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет лісового господарства та екології
Кафедра екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Медведовський Євгеній Валерійович

УДК _____

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ РОБОТИ МКП «ВОДОКАНАЛ»
(М. КОРОСТИШІВ)

101 Екологія
(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Є.В. Медведовський
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

(прізвище, ім'я, по батькові)

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир - 2022

ЗМІСТ

	ВСТУП	5
Розділ I.	ПРОБЛЕМИ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ.....	8
Розділ II.	ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДМЕТУ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	11
2.1.	Програма проведення досліджень.....	11
2.2.	Методика досліджень.....	13
2.3.	Характеристика предмету дослідження.....	17
Розділ III.	ОЦІНКА СКЛАДУ СТІЧНИХ ВОД МКП «ВОДОКАНАЛ» ТА ЇХ ВПЛИВ НА ЯКІСТЬ ВОДИ В РІЧЦІ ТЕТЕРІВ.....	20
3.1.	Склад стічних вод м. Коростишів та гігієнічна оцінка ефективності очищення.....	20
3.2.	Вплив очищених стічних вод м. Коростишева на якість води р. Тетерів та інфекційну захворюваність населення...	25
	ВИСНОВКИ.....	26
	ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	28
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	29

АННОТАЦІЯ

Медведовський Є.В. Оцінка екологічних аспектів роботи МКП «ВОДОКАНАЛ» (м. Коростишів). – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття наукового ступеня магістра за спеціальністю 101 – екологія. – Поліський національний університет, Житомир, 2022.

Зміст анотації: Кваліфікаційна робота містить 33 сторінки, 3 таблиці, _ рисунків. Список використаних джерел налічує 55 позицій.

Об'єктом дослідження є еколого-санітарний стан р. Тетерів, процеси її самоочищення та проблеми утилізації стічних вод.

Мета дослідження полягала у вивченні впливу очищених побутових стічних вод м. Коростишів на якість води р. Тетерів.

В Розділі 1 наведено аналітичний огляд літератури за темою кваліфікаційної роботи; в Розділі 2 – програма, методика та характеристика предмету дослідження; в Розділі 3 – представлені результати експериментальних досліджень.

Ключові слова: ОХОРОНА ВОД, ВОДОПОСТАЧАННЯ, ВОДОВІДВЕДЕННЯ, ОЧИСНІ СПОРУДИ, СТІЧНІ ВОДИ, ЯКІСТЬ ВОДИ.

SUMMARY

Medvedovsky E.V Assessment of environmental aspects of the work of MKP "VODOKANAL" (Korostyshiv). - Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for a master's degree in specialty 101 - ecology. - Polissya National University, Zhytomyr, 2022.

Content of the annotation: The qualification work contains 33 pages, 3 tables, _ figures. The list of used sources has 55 items.

The object of research is the ecological and sanitary condition of the Teteriv River, the processes of its self-purification and the problems of wastewater utilization.

The aim of the study was to study the impact of treated domestic wastewater in Korostyshiv on the water quality of the Teteriv River.

Section 1 provides an analytical review of the literature on the topic of qualifying work; in Section 2 - program, methodology and characteristics of the subject of study; in Section 3 - presents the results of experimental studies.

Key words: WATER PROTECTION, SUPPLY, SEWERAGE, TREATMENT FACILITIES, WASTEWATER, WATER QUALITY.

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Охорона водойм - одна з найважливіших проблем народного господарства, від вирішення якої значною мірою залежить забезпечення населення доброякісною питною водою та профілактика кишкових інфекцій. Необхідність заходів боротьби із забрудненням водойм знайшла свій відбиток у Законі України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» (1994) [2, 4, 50].

На думку більшості вчених, охорона водойм є дуже актуальною. Це пояснюється тим, що кожна четверта проба з поверхневих джерел України – водосховищ, озер, річок, - не відповідає гігієнічним вимогам за санітарно-хімічними показниками, а кожна десята - за бактеріологічними. Забруднена питна вода, якщо вона потрапляє до нашого організму, викликає 70-80 % усіх відомих хвороб і на 30 % прискорює процеси старіння. З кожним роком все більше загострюються проблеми забезпечення населення доброякісною питною водою [22, 38]. Для здоров'я населення небезпеку також становить незадовільна якість питної води за санітарно-хімічними показниками. Питома вага проб питної води, що не відповідають за санітарно-хімічними показниками фіксувалася на рівні 21-29 %. Високий вміст заліза, марганцю, хлоридів, нітратів та сульфатів, підвищена жорсткість є однією з основних причин зростання захворювань ендокринної системи, хвороб органів травлення, сечостатевої системи [2, 3, 8, 51].

Питання кількісної оцінки впливу факторів довкілля на стан здоров'я населення є одними з ключових у проблемі здоров'я. За даними Державної екологічної інспекції в Україні продовжується інтенсивне забруднення джерел водопостачання неочищеними стічними водами різного походження, як наслідок, лише 1 % вихідної води з поверхневих джерел відповідають першому класу, а 18 % не відповідають третьому класу якості [35, 44, 50, 54].

На сьогоднішній день вплив на водойми стічних вод в деяких регіонах України вивчено недостатньо. Тому з цього витікає першочергове завдання - вивчення даного

питання з метою розробки профілактичних заходів, що спрямовані на зниження забруднення води річок. Охорона водних джерел - це майже завжди найкращий спосіб щодо забезпечення безпеки питної води і йому слід надавати перевагу перед очищенням води із забруднених джерел з метою придатності її для використання. За рекомендаціями ВООЗ, як щойно виявлено небезпечну ситуацію, відразу необхідно визначити ризик для здоров'я, оцінити наявність альтернативних джерел та розглянути необхідні коригувальні заходи для того, щоб прийняти рішення про допустимість водопостачання з даного джерела.

Якість води в місцях водозаборів за останні роки не зазнала істотних змін. Кількість поверхневих джерел, що не відповідають санітарним правилам та нормам (45,8%), а кількість проб води, що не відповідають гігієнічним нормативам за мікробіологічними показниками – майже в 3 рази. Високою залишається також кількість проб води з поверхневих джерел, у яких виявлені збудники інфекційних захворювань – майже 0,6% [5, 10, 12, 18, 21, 33, 47, 55].

З огляду на це, наукові дослідження з вивчення ефективності очищення стічних вод та їх впливу на якість води річок та здоров'я населення є дуже актуальними для розробки профілактичних заходів та запобігання виникненню інфекційних захворювань.

У зв'язку із забрудненням відкритих водойм стічними водами, поширеністю кишкових інфекцій внаслідок вживання недоброякісної питної води в деяких регіонах країни та не вивченістю впливу стічних вод на санітарний стан річки Тетерів та здоров'я населення дана робота є актуальною.

Мета та завдання дослідження. *Метою* кваліфікаційної роботи є вивчення впливу очищених побутових стічних вод м. Коростишів на якість води р. Тетерів. Для досягнення мети були поставлені такі *завдання*:

1. Дати характеристику стічних вод м. Коростишів.
2. Вивчити ефективність очищення стічних вод на міських очисних спорудах.

3. Вивчити та оцінити вплив очищених стічних вод на якість води р. Тетерів за фізичними, органолептичними, хімічними, радіологічними, бактеріологічними та паразитологічними показниками.

4. Розробити гігієнічні рекомендації щодо покращення очищення стічних вод для зниження забруднення р.Тетерів та оцінити їх ефективність.

Об'єкт дослідження – еколого-санітарний стан р. Тетерів, процеси її самоочищення та проблеми утилізації стічних вод.

Предмет дослідження – стічні води м. Коростишів, вода річки Тетерів, очисні споруди.

Методи дослідження – санітарні, фізичні, хімічні, мікробіологічні, радіологічні, статистичні на основі Microsoft EXCEL, епідеміологічні.

Наукова новизна досліджень. Вперше детально вивчені стічні води м.Коростишів з відображенням забруднення їх органічними речовинами та металами: хромом, залізом, цинком, міддю, кадмієм, нікелем, фенолами, нафтопродуктами, ПАР, а також гельмінтами та бактеріями. Дано комплексну оцінку ефективності біологічного та механічного очищення стічних вод м. Коростишів. Розроблено та запропоновано комплекс гігієнічних рекомендацій щодо покращення процесів очищення стічних вод, оцінено ефективність цих заходів стосовно поліпшення очищення стічних вод та зниження забруднення р. Тетерів. Проведено порівняльне дослідження інфекційної захворюваності населення, яке проживає нижче та вище місця спуску стічних вод від м. Коростишів.

Практичне значення роботи. Отримані результати дослідження дозволять розробити гігієнічні заходи, які спрямовані на підвищення ефективності роботи очисних споруд з очищення стічних вод та зниження ступеня забруднення стічних вод, що скидаються в р. Тетерів та підвищення якості контролю за санітарним станом р. Тетерів.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, практичних рекомендацій, списку

використаних джерел. Робота викладена на 33 сторінках, містить 3 таблиці і 2 рисунки.
Список літератури становить 55 найменувань, з них 6 – іноземні.

РОЗДІЛ 1

ПРОБЛЕМИ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Прісна вода – найбільш використовуваний природний ресурс. Людина використовує прісну воду у сільському господарстві, промисловому виробництві, енергетиці, комунально-побутовому господарстві. Проте найбільш важливою прісна вода для людини. Продовж життя людина випиває приблизно 35000 кг [1]. Запаси прісної води обмежені, її питома вага у загальному об'ємі води становить близько 3% від запасів води на Землі [46].

Доступні ресурси прісної води розташовані на континентах планети нерівномірно (%): Америка – 46, Азія – 34, Африка – 11, Європа – 8, Австралія – 1. В середньому на одного мешканця Землі припадає близько 13×10^3 м³ на рік. Найбільші запаси прісної води мають Бразилія – 6950 км³, Росія – 4500, Канада – 2900, Китай – 2800, Індонезія – 2530, США – 2480, Бангладеш – 2360, Індія – 2085, Венесуела – 1320, М'янма – 1100 км³. Запаси цих країн складають більше 60% доступних запасів всієї прісної води. Найбільше водоспоживання в Індії (646 км³/рік), найменше в Кабо-Верде і в Центральноафриканській Республіці (менше 30 км³/рік). Середня забезпеченість прісною водою одного мешканця планети становить близько 13×10^3 м³ рік, а її доступний ресурс – $6,6 \times 10^3$ м³ на людину в рік, проте для господарсько питних потреб реально доступними є лише 2×10^3 м³ на людину в рік [25]. Галузі народного господарства – основні споживачі прісної води: сільськогосподарське виробництво, система комунального водозабезпечення, промислове виробництво, паливно-енергетичний комплекс [54].

За прогнозами Продовольчої і сільськогосподарської організації ООН (ФАО — Food and Agriculture Organization), до середини третього десятиліття XXI століття 4 млрд людей опиняться в умовах нестачі води [3]. Дефіцит прісної води відмічається більше ніж в 50 країнах світу. За даними ООН, через кілька десятиліть нестача прісної води може стати причиною локальних і глобальних конфліктів. Проблема нестачі

прісної води ускладнюється деградацією поверхневих і підземних водних джерел. Це явище обумовлює зменшення об'єму і зниження якості доступних ресурсів прісної води [4].

Проблема водоспоживання ускладнюється якістю води, особливо питної. Низька якість питної води створює загрозу життю і здоров'ю населення. Мешканці України використовують воду для питних потреб з централізованих і нецентралізованих джерел водозабезпечення.

Якість води з джерел з «відкритим дзеркалом» низька. Це обумовлено такими факторами: поверхневі води не захищені від забруднення; вода забруднена органічними речовинами природного походження і відходами, які потрапляють з побутовими і промисловими стічним и водами; склад води водойм з «відкритим дзеркалом» змінюється за сезонами, особливо під час паводків. Підземні води є більш стабільними за складом, показники якості таких вод більшою мірою відповідають нормативним вимогам у порівнянні з водою з поверхневих джерел. Вода «підземних» джерел може містити залізо, фтор, бром, бор, марганець, стронцій в концентраціях, що перевищують ГДК.

Основні забруднювачі питної води централізованих систем водозабезпечення України: метали, продукти корозії, сольові компоненти (сульфати, солі жорсткості, хлориди), леткі органічні сполуки, віруси, збудники паразитарних хвороб [2-10].

Технологія водопідготовки не забезпечує отримання питної води високої якості. Основне призначення станцій водопідготовки – це зниження концентрації небезпечних хімічних речовин до рівня ГДК, покращення органолептичних властивостей води (освітлення, дезодорація та ін.) та забезпечення епідеміологічної безпеки води (озонування, хлорування, УФ-радіація), кондиціонування мінерального складу (вилучення іонів важких металів, фторування, демагнація, пом'якшення і знесолення). Процес водопідготовки на станціях водопідготовки призводить до трансформації хімічних забруднюючих речовин, що обумовлює ризик небезпеки води для здоров'я людини. Також водопровідні мережі фізично зношені (від 35 до 65% мереж

потребують заміни). Зношення багатьох ділянок водопроводів іноді сягає понад 50%, це обумовлює часті аварії і, як наслідок, забруднення водопровідної води.

Таким чином, вода з централізованих і нецентралізованих джерел водозабезпечення може мати низьку якість і нести ризик спричинення шкоди здоров'ю людини. Питне водозабезпечення в Україні, як і в інших країнах світу, потребує серйозного аналізу, оцінки перспектив і пошуку раціональних шляхів вирішення проблем кількості і якості води. Запаси природної прісної води обмежені. Споживання прісної води зростає. За останнє століття зросло в 1,7 разів. Проте, для України більш характерною є проблема якості води, яка обумовлена забрудненням джерел водопостачання, недосконалими технологіями водопідготовки, зношенням водопровідної мережі.

РОЗДІЛ 2

ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДМЕТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Програма проведення дослідження

Програмою дослідження передбачався еколого-гігієнічний контроль за очищенням стоків (табл. 1).

Таблиця 1

Програма виробничого контролю на очисних спорудах каналізації м. Коростишів

Точка	Характер спостереження	Періодичність	Показники
До очищення (приймальна камера)	Разовий	Щодня	Органолептичні показники, температура, рН, зважені речовини, окислюваність, фосфати, солі амонію.
	Середньодобовий	1 раз за декаду	Органолептичні показники, температура, рН, зважені речовини, сухий залишок, БСК ₂₀ , окислюваність, нітрати, фосфати, солі амонію, сульфати, хлориди, ПАР, жири, нафтопродукти, феноли, залізо, мідь, цинк, хром, нікель, кадмій, свинець.
	Разовий	5 разів на тиждень	Загальні коліформні бактерії, термотолерантні бактерії, коліфаги.
	Разовий	1 раз на місяць	Паразитологічні показники, ХСК, прокалений залишок.
Після первинних	Разовий	Щодня	Органолептичні

відстійників			показники, температура, рН, зважені речовини, окислюваність, фосфати, солі амонію.
	Середньодобовий	1 раз за декаду	Органолептичні показники, температура, рН, зважені речовини, сухий залишок, БСК ₂₀ , окислюваність, нітрати, фосфати, солі амонію, сульфати, хлориди, ПАР, жири, нафтопродукти, феноли, залізо, мідь, цинк, хром, нікель, кадмій, свинець.
	Разовий	5 разів на тиждень	Загальні коліформні бактерії, термотолерантні бактерії, коліфаги.
	Разовий	1 раз на місяць	Паразитологічні показники, ХСК, прокалений залишок.
Після аеротенків	Разовий	Щодня	Розчинний кисень, рН.
Після контактних резервуарів	Разовий	Щодня	Органолептичні показники, температура, рН, зважені речовини, окислюваність, фосфати, солі амонію, нітрати, розчинний кисень, залишковий хлор.
Річка Тетерів (500 м вище спуску)	Разовий	1 раз на місяць	Органолептичні показники, розчинний кисень, температура, рН, зважені речовини, сухий залишок, БСК ₅ , окислюваність, нітриту, нітрати, фосфати, соі амонію, сульфати, хлориди, ПАР, жири, нафтопродукти, феноли, залізо, мідь, цинк, хром, нікель,

			кадмій, свинець. Загальні колиформні бактерії, термотолерантні бактерії, колифаги, паразитологічні дослідження.
Річка Тетерів (нижче випуску стічних вод 500 м)	Разовий	1 раз на місяць	Органолептичні показники, розчинний кисень, температура, рН, зважені речовини, сухий залишок, БСК ₅ , окислюваність, нітрити, нітрати, фосфати, сої амонію, сульфати, хлориди, ПАР, жири, нафтопродукти, феноли, залізо, мідь, цинк, хром, нікель, кадмій, свинець. Загальні колиформні бактерії, термотолерантні бактерії, колифаги, паразитологічні дослідження.

2.2. Методика дослідження

Склад стічних вод м. Коростишів аналізувався за останні 10 років за фізичними, санітарно-токсикологічними, токсикологічними, паразитологічними і бактеріологічними, радіологічними показниками.

Дослідження складу стічних вод проводилося по контрольних точках: перед надходженням на очисні споруди та по етапах очищення до і після перших відстійників, до і після аеротенків, до і після других відстійників і після хлорування.

Склад води р. Тетерів вивчався вище місця спуску стоків в 500 м і нижче місця спуску стоків – 500 м і поблизу пункту першого водокористування в 5 км нижче спуску стоків

Основними показниками, які характеризують склад стічних вод та якість води в р. Тетерів за фізико-хімічними властивостями є: рН, температура, прозорість, кольоровість, домішки, запах, сухий залишок, зважені речовини, прожарений залишок, амонійний азот, нітрити, нітрати, фосфати, хлориди, сульфати, БСК, ХСК, ПАР, жири, нафтопродукти, феноли, формальдегід, хром, залізо, цинк, мідь, кадмій, нікель, марганець. Дослідження речовин проводилося за загальноприйнятими методами (Савченко П.С., Ярошенко В.Ф., Альбова Є.В. (1973), а також за методиками представленими в санітарних правилах та нормах «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4.171-10), міжнародних стандартів серії ІСО.

Механічна очистка оцінювалася за рівнем вилучення зі стічних вод завислих речовин у первинних та вторинних відстійниках. Оскільки після первинних відстійників стічні води надходять в аеротенки, а після вторинних відстійників у водойми, дослідження стоків проводилося не лише за зваженими речовинами, що осаджуються у відстійниках, а й за іншими зазначеними показниками.

Вивчення ефективності біологічної очистки в аеротенках проводилося шляхом спостереження, головним чином, за динамікою зміни БСК₅, БСК_{повне} та ХСК. Робота очисних споруд залежить від складу стічних вод, рН та температури. З цією метою ми визначали температуру стоків, рН та ін.

Ефективність роботи очисних споруд визначалася у відсотках (%) за формулою 1:

$$E_{\text{ef}} = (K - K_f) * 100 / K \quad (1);$$

де K - концентрація речовин у рідині, що надійшла на споруди, K_f - концентрація речовин у рідині, що виходить із споруд.

Склад стічних вод та ефективність їх очищення визначався у виробничій лабораторії МКП «Водоканал» (м. Коростишів).

Гігієнічна оцінка ефективності знезараження стічних вод проводилася за індикаторними мікробіологічними показниками:

- за вмістом у воді загальних коліформних бактерій (лактозопозитивні кишкові палички) - мікробіологічні показники, які характеризують рівень фекального забруднення стічних вод та ступінь ймовірності присутності збудників бактеріальних кишкових інфекцій;

- за коліфагом - індикатором вірусного забруднення побутово-комунальних стічних вод.

Проведено дослідження ефективності роботи очисних споруд за гельмінтами та бактеріальними показниками.

Визначення колі-індекса стічних вод проводилося методом мембранних фільтрів.

Дослідження стічних вод на сальмонели та шигели проводилося відповідно до Методичних вказівок щодо виявлення збудників кишкових інфекцій бактеріальної та вірусної природи у воді №1150-74.

Вивчення фізико-географічних умов формування водного режиму, складання санітарно-гідрологічних та санітарно-топографічних характеристик річки Тетерів проводилося за матеріалами гідрометеослужби: гідрологічними щорічниками, гідрохімічним бюлетенем; довідником з клімату СРСР (1976); агрокліматичного довідника Житомирської області.

Вивчення впливу стічних вод м. Коростишів на якість води р. Тетерів проводилося комплексно: щодо зміни фізичних, органолептичних, хімічних, бактеріологічних показників, що відображають гігієнічні вимоги до охорони поверхневих вод (СанПіН 4630-88).

Якість води в р. Тетерів за означеними показниками визначалася щомісяця впродовж 2012-2021 рр. Проби води відбиралися у намічених створах 1 раз на місяць.

Визначення фізичних, органолептичних, хімічних властивостей річкової води проводилися за методами, описаними Голубевою Т.М., Савченко П.С., державними стандартами та методами, що наведені природоохоронних нормативних документах:

- температура – за допомогою ртутних термометрів (ціна поділки 0,1 °С);

- запах при температурі +20°C та при нагріванні до +60°C; кольоровість; мутність згідно з ГОСТ 3351;
- рН електрометричним методом за допомогою рН-метра зі скляним електродом із похибкою вимірювань, що не перевищує 0,1;
- зважені речовини – ваговим способом з використанням беззольних паперових фільтрів;
- розчинений кисень за методом Вінклера;
- БСК₅ та БСК_{повне} - за різницею вмісту кисню в момент взяття проб та після 5 і 20 діб;
- ХСК (КНД 211.1.4.021-95);
- азот амонійний згідно з ДСТУ ISO 6778:2003 Якість води;
- нітрити згідно ДСТУ ISO 6778:2003 Якість води;
- нітрати згідно з ДСТУ ISO 6778:2003 Якість води;
- залізо за Державним стандартам, правилами і нормами 2.2.4.171-10;
- загальна жорсткість води згідно з ГОСТ 4151;
- сульфати за ГОСТ 4389;
- сухий залишок згідно з ГОСТ 18164-72;
- хлориди з ГОСТ 4245;
- фосфати з з ГОСТ 4245;
- ПАР з ГОСТ 4245;
- жири з ГОСТ 4245;
- нафтопродукти з ГОСТ 4245;
- феноли з ГОСТ 4245;
- мідь, цинк, хром, нікель, свинець, кадмій з ГОСТ 4245;
- марганець за ГОСТ 4974;
- нікель, олово, хром з ГОСТ 4245;
- залишковий хлор за ГОСТ 4974;
- сапрофітні бактерії згідно з ГОСТ 18963-73;

- лактозопозитивні кишкові палички за МУ № 2285-81;
- збудники кишкових інфекцій (сальмонели, шигели, ентеровіруси), ентерококи за МУ № 2285-81, МУ № 1150-74;
- термотолерантні коліформні бактерії, загальні коліформні бактерії за МУК 4.2.1018-01;
- паразитологічні (яйця гельмінтів, найпростіших) з ГОСТ 4245;
- альфа- та бета-радіоактивність за Методичними рекомендаціями щодо визначення радіоактивного забруднення водних об'єктів (1986).

2.3. Характеристика предмету дослідження

МКП «Водоканал» зареєстровано 15.07.1996 року за адресою Україна, 12501, Житомирська область, Коростишівський район, місто Коростишів, провулок Назаренка, буд. 6. Керівник організації – Снітко В.Г. Організація розташована в південно-східній частині Житомирської області.

Джерелами водопостачання міста є 11 водозабірних свердловин, які займають площу 1,32 га. На сьогоднішній день діють 5 робочих і 6 резервних свердловин, потужність яких становить 3,0 тис. м³/добу.

Забір води за розрахунками становить 1348,4 тис. м³/рік. Перед тим, як запустити воду у мережу вона проходить знезалізнення на технологічному устаткуванні. Після очищення від заліза вода надходить у ємності чистої води. Два резервуари по 200 м³, 1 резервуар – 3000 м³, а потім подається до споживачів.

У цих резервуарах вода накопичується, зберігається і подається трубами на насосну станцію другого підйому, потім у міську мережу з попереднім хлоруванням.

Щороку (один раз) проводиться дезінфекція споруд і водогінних мереж в профілактичних цілях. Санітарно-захисна зона для артезіанських свердловин витримані у радіусі 30 м.

Протяжність водопровідних мереж в м. Коростишів – 57,7 км.

У місті функціонує централізований відвід стічної води. Він охоплює житлові та громадські будови, промислові підприємства.

Стоки після біологічного очищення випускають розсіювальними способами в р. Тетерів.

Необхідно відмітити, що очисні споруди каналізації було введено в експлуатацію у 1975 році. Їх ресурсний потенціал (25 років експлуатації) закінчився ще в 2000 році. На сьогоднішній день основне технологічне обладнання вийшло з ладу. Дана проблема не дає можливості здійснювати повний технологічний процес хімічного та біологічного очищення стічних вод перед їх скидом у р.Тетерів. в 2011 році міська рада міста виготовила проектну документацію на оновлення та реконструкцію очисних споруд, де було зазначено кошторис. Неодноразово підприємство подавало запити на фінансування до Міністерства екології та природних ресурсів, проте впродовж багатьох років вони лишаються без задоволення.

За рахунок власних коштів підприємство не може виконати дані роботи. Деякі роботи підприємство змогло виконати за рахунок залучення підрядних організацій та за рахунок коштів місцевого бюджету, зокрема були виконані роботи по очищенню мулу з мулових полів та полів зрошення очисних споруд, а також гідродинамічне очищення каналізаційних труб, колодязів. Робота триває.

Необхідно відмітити, що Державною екологічною інспекцією Поліського округу постійно проводяться на МКП «Водоканал» планові та позапланові перевірки. Перевірки стосуються дотримання вимог законодавства у сфері охорони навколишнього природного середовища (зокрема, якості та складу зворотних вод). В результаті перевірок підприємству нараховуються значні суми збитків, складаються приписи. Вимоги – необхідність приведення очисних споруд підприємства згідно норм експлуатації.

На жаль, сьогодні МКП «Водоканал» працює лише на ліквідацію пошкоджень мереж каналізації. Проте з кожним роком кількість застарілих водогонів зростає, обладнання і мережі зношуються та потребують заміни.

Сьогодні, нажаль, в основному працюємо на ліквідацію пошкоджень водоканалізаційних мереж. З кожним роком кількість застарілих водогонів збільшується, мережі та обладнання зношуються і потребують заміни.

Клімат в якому розташоване підприємство - помірно-континентальний, з теплим вологим літом і м'якою хмарною зимою. Він залежить від основних кліматоутворюючих факторів: сонячної радіації, атмосферної циркуляції, форм рельєфу, а також лісистості і заболоченості, які впливають на формування місцевих мікрокліматичних відмін.

Середня температура найхолоднішого місяця – січня - -6°C , найтеплішого – липня - $+17\dots+19^{\circ}\text{C}$. Середньорічна температура становить - $+6\dots+7^{\circ}\text{C}$. В січні та лютому відмічаються морози, які іноді можуть сягати до -30°C . Безморозний період триває 150-170 днів. Впродовж року випадає 550-600 мм опадів. Максимальна кількість опадів випадає у літні місяці (40-45% річної суми опадів). Тривалість снігового покриву – 95-110 днів.

РОЗДІЛ 3

ОЦІНКА СКЛАДУ СТІЧНИХ ВОД МКП «ВОДОКАНАЛ» ТА ЇХ ВПЛИВ НА ЯКІСТЬ ВОДИ В РІЧЦІ ТЕТЕРІВ

3.1. Склад стічних вод м. Коростишів та гігієнічна оцінка ефективності очищення

Стічні води м. Коростишева формуються з господарсько-побутових та промислових рідких відходів. Усього за добу стічних вод утворюється від 362,8 – 400,5 тис. м³. Склад неочищених стічних вод наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Склад неочищених стічних вод м. Коростишів за період 2012-2021 рр.

1	Температура	Градус °С	14,5-24,1	9905
2	pH	Реакція	6,7 – 7,5	7685
3	Прозорість	Сантиметрів	0,6 – 1,9	7203
4	Колірність	Градуси	Світло-темно-сірий	7943
5	Запах	Бал	Фекальний	10403
6	Зважені речовини	мг/л	228-591	6517
7	Сухий залишок	мг/л	172-701	3179
8	Прожарений залишок	мг/л	115-201	2741
9	Осад за об'ємом	мг/л	6,9-12,6	1759
10	Осад за масою	г/л	175-501	1743
11	Азот амонійний	мг/л	25,1-36,7	1803
12	Нітрити	мг/л	0,09-4,4	1771
13	Нітрати	мг/л	0,0 – 8,5	1799
14	Фосфати	мг/л	6,8-16	1443
15	Хлориди	мг/л	33,1-60,1	1657
16	Сульфати	мг/л	21,1 – 85,1	1590
17	ХСК	мг/л	335 – 693	1564
18	БСК ₅	мг/л	176-446	1541
19	ПАР	мг/л	0,56-6,96	1561
20	Жири	мг/л	2,1 – 35,5	1287
21	Нафтопродукти	мг/л	0,25 – 7,2	1041
22	Феноли	мг/л	0,02 – 0,276	961

23	Формальдегід	мг/л	0,009 – 0,039	841
24	Залізо	мг/л	2,76 – 13,22	1457
25	Хром	мг/л	Не виявлено	641
26	Мідь	мг/л	0,012-0,28	1081
27	Цинк	мг/л	0,089 – 1,482	1090
28	Кадмій	мг/л	0,005 – 0,024	1087
29	Нікель	мг/л	0,02 – 0,03	822
30	Олово	мг/л	0,004 – 0,18	241
31	Мікробіологічні показники:			
	Колі - індекс		22*10 ⁶ -46*10 ⁶	2913
	Збудники кишкових інфекцій		Поодинокі випадки	1103
32	Паразитологічні показники (в 1 л)	Яйця токсокар, аскарид у 3% досліджуваних проб		241
33	α і β - радіоактивність	α-радіоактивність – 0 Бк/л		62
		β- радіоактивність – 0 – 0,3 Бк/л		62

Результати дослідження показали, що стічні води містять велику кількість завислих речовин, органіки, що підтверджується високою окислюваністю - ХСК та БСК. У стоках присутні важкі метали та фіксується високий колі-індекс. Влітку спостерігаються яйця гельмінтів - до 3% від взятих на дослідження проб стічної води.

Отже, стічні води м. Коростишева при недостатньому очищенні та надходженні їх в р. Тетерів можуть насамперед змінити фізичні властивості природної води, роблячи її каламутною та викликаючи специфічний фекальний запах. Зважені речовини можуть відкладатися на дні та викликати вторинне забруднення, а органічні речовини під час розкладу потребують значної кількості розчиненого у питній воді кисню. Окрім того, стічна вода має знезаражуватися перед спуском у річку Тетерів, оскільки в ній містяться мікроорганізми кишкової групи, які можуть спричинити інфекційні захворювання.

Очищення стічних вод м. Коростишева проводиться механічним способом - у двох пісковловлювачах, двох первинних відстійниках, у шести вторинних відстійниках та біологічним методом - у трьох аеротенках.

Відповідно до СНіП 2.04.03.85 температура стічних вод, що надходять на біологічне очищення, не повинна бути нижче +6° і вище +30°С. У період дослідження температура стічних вод, що надходять на очищення була в межах +24°С. При еколого-

гігієнічній оцінці роботи очисних споруд необхідно враховувати рН стічних вод, оскільки надто кислі та лужні води згубно діють на мікрофлору аеротенків. Оптимальна величина рН знаходиться в межах від 6,5 до 8,5. За досліджуваний період стічні води подавалися на очищення з рН не нижче 6,8 та не вище 8,5. Стічні води з таким рН не можуть негативно впливати на процеси біологічного очищення.

Завдання очищення та знешкодження стічних вод полягає у поліпшенні їх властивостей та складу таким чином, що коли вони надходять у водойми, то не повинні викликати змін ні в складі води, ні в загальному режимі змін. Джерела водопостачання мають бути захищені від забруднення відходами життєдіяльності людини і тварин, оскільки вони можуть містити різноманітні бактеріальні та вірусні патогени, а також найпростіші та гельмінти. Відсутність належної охорони вододжерел та ефективного очищення води наражає населення на ризик спалахів кишкових та інших інфекційних захворювань (ВООЗ, 1994).

Дослідженням встановлено, що на очисні споруди надходили стоки з великим вмістом завислих речовин від 228 до 591 мг/л. Відповідно до вимог СНіП 2.04.03-85, побутові стоки, що підлягають відведенню та очищенню з виробничими стічними водами населеного пункту, не повинні містити понад 500 мг/л завислих речовин. Окрім того, стічні води мали значні коливання за вмістом завислих речовин, що впливає на ефективність механічного очищення. Унаслідок нерівномірного надходження зважених речовин на очисні споруди ефект осадження їх у первинних відстійниках відбувався нерівномірно. Так, за досліджуваний період (2012-2021рр.) за середньодобовими даними ефективність осадження завислих речовин становила від 20 до 72%. У той час як при рівномірному навантаженні та експлуатації відстійників ефект осадження завислих речовин може досягати 70-80% постійно. Осадження завислих речовин у первинних відстійниках у досліджуваний період було нерівномірним і в деякі місяці низьким, у проекті - 65%, в окремі місяці - 20-72%. При еколого-гігієнічній оцінці ефективності очищення стічних вод у первинних відстійниках за таким показником, як

зважені речовини, необхідно враховувати, по-перше, навантаження на аерофільтри, по-друге, на водойму.

Біологічне очищення проводиться з метою окислення органічних речовин, що знаходяться у стічних водах у вигляді суспензій, колоїдів або в розчиненому стані і не можуть бути вилучені механічним шляхом. В аеротенках відбуваються процеси біохімічного окислення органічних речовин, які містяться у стічних водах. Основну роль в окисленні відіграють аеробні мікроорганізми, колонії яких називають активним мулом.

При дослідженні ефективності очищення стоків в аеротенках встановлено, що стічні води після первинних відстійників подавалися в аеротенки з БСК₂₀ від 96 до 313 мг/л, тобто подача була нерівномірною, що знижувало ефективність окислення органічних речовин. За проектом біологічне очищення в аеротенках має становити 80-90%. При дослідженні очищення стічних вод в аеротенках за 2012 - 2021 роки встановлено, що ефективність утилізації органічних речовин в аеротенках по БСК₂₀ досліджень склала: у 2012 році від 71 до 84,7%, у 2019 році від 79,9 до 83,8%, у 2020 році від 84,2 до 93%, у 2021 році від 81 до 96,9%.

Ефективність очищення стоків по БСК₂₀ в літньо-осінній періоди року була високою - 80,4-96,9%, проте в окремі місяці 2012 р., переважно в осінньо-зимовий періоди року, вона була нижчою за 74 %, що потребувало подальшого удосконалення контролю подачі стоків в аеротенки, а також активного мулу з вторинних відстійників та повітря у стоки, що знаходяться в аеротенках.

Вторинні відстійники призначені для затримання активного мулу, завислих речовин, що надходять разом із очищеною водою з аеротенків. Кількість зважених речовин у стоках, що надходять у вторинні відстійники після аеротенків коливалося в межах від 81 до 261 мг/л. Дослідженням встановлено, що осадження завислих речовин у вторинних відстійниках було високим, тобто відповідало проектним даним (70-80%). Так, у 2012 році ефективність очищення від зважених речовин склала 78,7 % і коливалася в межах від 71,6 до 87,8%, у 2019 році - 86,4 % з коливаннями від 82,7 до 91

%, у 2020 році - 87,3% з коливаннями від 81,3 до 92,4 %, 2021 році - 84,8% з коливаннями від 82,6 до 89,4%.

Ефективність утилізації хімічних речовин стічних вод на очисних спорудах оцінювалося за гранично допустимим скидом (ГДС) у річку Тетерів і лімітами тимчасово узгодженого скиду. Дослідженням встановлено, що скидання амонійного азоту зі стічними водами в р. Тетерів в усі роки проведення спостережень за очищенням стоків, було більше ніж це передбачалося лімітами (до 13 мг/л), не відповідало також лімітам надходження в річку Тетерів вмісту в стоках нітритів (більше від 0,3 до 4,0 мг/л), нітратів (більше від 10,0 до 41,5 мг/л), а також в окремі місяці фосфатів (більше від 1,1 до 11,5 мг/л) та сульфатів (більше від 12 до 16 мг/л).

Утилізація жирів на очисних спорудах була високою (від 71 до 98,7%), проте в окремі місяці вона знижувалася до 37,6%. Ефективність утилізації нафтопродуктів за роки спостереження була непостійною та в окремі роки перевищувала ГДС від 2,16 до 12,76 мг/л. В окремі місяці досліджуваного періоду (2012-2021) в Тетерів надійшли стоки із вмістом фенолів вище ГДС від 0,05 до 0,33 мг/л.

Вміст у стічних водах перед спусками в річку Тетерів не перевищував ГДС за такими показниками: ПАР, формальдегідом, залізом, хромом, міддю, цинком, нікелем, кадмієм, хлоридами.

На очисні споруди надходили стоки з колі-індексом від 239×10^6 до 765×10^6 . Ефективність очищення стоків за даним показником за досліджуваний період (2012 – 2021 рр) була високою (до 94-99 %). Однак, навіть при такому очищенні в річку Тетерів скидалися стоки з високим колі-індексом – від 22×10^6 до 46×10^6 . Лише після знезараження стоків, що пройшли очищення, колі-індекс був у межах $3,8 \times 10^2$.

3.2. Вплив очищених стічних вод м. Коростишева на якість води р. Тетерів та інфекційну захворюваність населення

Стічні води, що пройшли очищення, надходять у річку Тетерів (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2

Склад очищених стічних вод перед скиданням у річку Тетерів у період 2012-2019-2021 роки

№ п/п	Показник	Одиниця вимірювання	Діапазон коливань	Кількість спостережень
1	Температура	Градус ⁰ С	18,2-18,7	4954
2	pH	Реакція	7,1 – 7,9	3873
3	Прозорість	Сантиметрів	4,6 – 17,1	3602
4	Колірність	Градуси	Світло- сірий	2974
5	Зважені речовини	мг/л	15,1-73,1	3259
6	Азот амонійний	мг/л	15,1-29,9	902
7	Нітрити	мг/л	0,4-4,1	886
8	Нітрати	мг/л	1,3 – 76,9	891
9	Фосфати	мг/л	0,19-13,2	722
10	Хлориди	мг/л	27,1-47,1	831
11	Сульфати	мг/л	17,1 – 62,1	799
12	БСК ₅	мг/л	16,1-55,6	821
13	ПАР	мг/л	0,19-0,6	790
14	Жири	мг/л	0,07 – 22,1	641
15	Нафтопродукти	мг/л	0,04 – 0,84	521
16	Феноли	мг/л	0,012 – 0,026	457
17	Формальдегід	мг/л	0,002 – 0,009	424
18	Залізо	мг/л	0,02 – 0,096	729
19	Хром	мг/л	Не виявлено	321
20	Мідь	мг/л	0,002-0,013	541
21	Цинк	мг/л	0,02 – 0,12	541
22	Кадмій	мг/л	0,0004 – 0,0006	540
23	Нікель	мг/л	0,002 – 0,02	432
24	Мікробіологічні показники:			
	Колі - індекс		22*10 ⁶ -46*10 ⁶	1458
	Збудники кишкових інфекцій		Відсутні	552
25	Паразитологічні показники (в 1 л)	Яйця гельмінтів – одиничні випадки		241
26	α і β - радіоактивність	α-радіоактивність – 0 -0 Бк/л		61
		β- радіоактивність – 0 – 0,14 Бк/л		61

Річка Тетерів впадає в річку Дніпро. Довжина річки - 385 км. Коефіцієнт звивистості – 1,2. Середньорічний стік - 18,4 м/с.

Оцінка впливу стічних вод на якість річки Тетерів проводилася в трьох створах: у 500 м вище місця скиду стоків, у 500 м нижче місця скиду стоків та біля пункту першого водокористування (5 км нижче місця скиду стоків).

Проведеними дослідженнями встановлено, що температура води нижче місця скидання стічних вод у 500 метрах і в пункті першого водокористування не перевищувала гігієнічних нормативів ($+3^{\circ}\text{C}$), прозорість, кольоровість змінювалися незначно, проте для використання води за цими показниками необхідним є проведення освітлення води. У пункті першого водокористування вода не відповідала нормативам на момент дослідження за запахом (норма - до двох балів, практично була 3-4 бали). Плаваючі плівки, плями мінеральних олій та інших домішок не були виявлені. Концентрація водневих іонів (рН) відповідала гігієнічним нормативам.

Стічні води не мали суттєвого впливу на хлориди та сульфати. Разом з тим, вміст завислих речовин підвищувався і в порівнянні з нормативами коливався в межах від 3,2 до 15,5%. Лише після впровадження заходів на основі проведених досліджень вміст завислих речовин у пункті 1-го водокористування не збільшувався понад 0,26 мг/л. За вмістом та ГДК вода річки не відповідала гігієнічним нормативам. Концентрація міді, цинку та свинцю не перевищує ГДК у річці біля місця першого водокористування від спуску стоків.

Скидання стічних вод підвищує концентрацію марганцю проти нормативних даних від 1,3 до 2,5 раз у воді в пункті першого водокористування, заліза від 9 до 27%.

Концентрація ПАР, фенолів, нафтопродуктів, азотовмісних речовин не перевищувала нормативних вимог. Радіологічні показники води річки Тетерів у період досліджень не виходили за межі гігієнічних нормативів.

Надзвичайно важливим показником якості води є колі-індекс. Нашими дослідженнями встановлено, що стічні води від м. Коростишева в деякі місяці недостатньо знезаражувалися, що призвело до забруднення води бактеріальною

флорою нижче за скидання стоків. Лише регулярне хлорування з 2020 р. дозволило домогтися дотримання нормативів за бактеріологічними показниками.

ВИСНОВКИ

1. Стічні води м. Коростишева, що складаються з господарсько-побутових та промислових стоків, містять значну кількість завислих речовин (до 591 мг/л), органічних сполук (БСК₅ до 446 мг/л, ХСК до 693 мг/л), важкі метали (залізо, хром,

мідь, нікель, цинк, кадмій, нікель), а також високий мікробіологічний показник - колі-індекс (до 55×10^7).

2. Механічне очищення стічних вод в первинних відстійниках від завислих речовин на момент дослідження було недостатнім і нерівномірним - 20-70 % (за проектом 70-80%).

3. Біологічне очищення в аеротенках на момент дослідження було по БСК₂₀ в межах 71-86 % і лише в окремі місяці - 89-91% (за проектом від 80 до 90 %).

4. Недостатньою та нерівномірною є утилізація на очисних спорудах азоту амонійного, нітратів, нітритів, фосфатів, сульфатів, жирів, фенолів.

5. Якість води річки Тетерів у 500 м нижче за течією від місця скидуу стічних вод не відповідає рибогосподарським нормативам за такими показниками: кольоровість, запах, смак, завислі речовини, БСК, ХСК, марганець, аміак, нітрати, нітрити.

6. У пункті першого водокористування нижче місця скидання стоків вода річки Тетерів до і на момент цього дослідження не відповідала гігієнічним нормативам за такими показниками: колірність, запах, завислі речовини, БСК, ХСК, марганець, залізо.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. На основі проведених результатів дослідження розробити і ввести у дію заходи щодо ефективності роботи очисних споруд каналізації м. Коростишів.

2. Розробити рекомендації по метеорологічному забезпеченню виробничого лабораторного контролю на очисних спорудах каналізації МКП «Водоканал».

3. Розробити і ввести в дію Програму мікробіологічного контролю за ефективністю знезараження стічних вод на очисних спорудах м. Коростишів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ансеров Ю. М. Машиностроение и охрана окружающей среды / Ю. М. Ансеров, В. Л. Дурнев. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд., 1979. 224 с.

2. Водні ресурси України. URL: <http://www.nbuuv.gov.ua/node/3972> (дата звернення: 16.12.2020).
3. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов / С.В. Яковлев, С.В. Карелин, Ю.М. Ласков, В.И. Калицун. Москва: Стройиздат, 1996. 591 с.
4. Водоотводящие системы промышленных предприятий: учеб. для вузов/ С.В. Яковлев, И.Я. Карелин, Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов / Под ред. С.В. Яковлева. Москва: Стройиздат, 1990. 510 с.
5. Голець Н.Ю. Проблеми очищення стічних вод від біогенних елементів та шляхи їх вирішення. URL: <http://www.nbuuv.gov.ua/node/3972>
6. Григорук Н.О. Водоснабжение, канализация и очистка сточных вод коксохимических предприятий / Н.О. Григорук, Г.П. Пушкарев. Москва: Metallurgiya, 1987. 120 с.
7. Данилов-Данильян В. И. Глобальная проблема дефицита пресной воды. Век глобализации. 2008. № 1. С. 45–56.
8. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування.
9. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування.
10. Долина Л.Ф. Проектирование и расчет сооружений и установок для механической очистки производственных сточных вод: учеб. пособие / Л.Ф. Долина. Днепропетровск: Континент. 2004. 93 с.
11. Долина Л.Ф. Проектирование и расчет сооружений и установок для физико-химической очистки производственных сточных вод: учеб. Пособие. Днепропетровск: Континент, 2004. 127 с.
12. ДСанПІН 2.2.4.-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

13. ДСТУ 7525:2014. Видання. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. [Чинний від 2014-10-23]. Вид. офіц. Київ: 2014. 25 с. (Інформація та документація).
14. ДСТУ ISO 6107-1:2004. Якість води. Словник термінів. Частина 1 (ISO 6107-1:1996, IDT). [Чинний від 2005-04-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 181 с.
15. Жуков А. И. Методы очистки производственных сточных вод: (Справ. пособие) / А. И. Жуков, И. Л. Монгайт, И.Д. Родзиллер; под ред. А.И. Жукова. Москва: Стройиздат, 1977. 204 с.
16. Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення» від 18 травня 2017 року № 2047-VIII.
17. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25 червня 1991 року № 1264 – XII/
18. Закон України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення» від 10 січня 2002 року № 2918-III.
19. Інструкція про порядок розробки та затвердження гранично допустимих скидів (ГДС) речовин у водні об'єкти із зворотними водами, затверджена наказом Міністерства охорони навколишнього середовища України від 15.12.1994 року № 116.
20. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. / Под ред. В.Н. Самохина. Изд. 2-е. Москва: Стройиздат, 1981. 639с.
21. Кирилина Т.В. Доочистка сточных вод от соединений азота и фосфора погруженными макрофитами. Вода: Химия и экология. 2011. № 7. С. 33-38.
22. Клименко М.О. Порівняльний аналіз нормативів якості поверхневих вод. Наукові доповіді НУБіП. 2012. № 1(30). URL: http://nd.nubip.edu.ua/2012_1/12kmo.pdf.
23. Красавцев Г. Н. Рациональное использование и защита водных ресурсов в черной металлургии / Г.Н. Красавцев, Ю.И. Ильичев, А.И. Кашуба. Москва: Металлургия, 1989. 288 с.

24. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2020 році / Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. Київ, 2021. 450 с.

25. Макаров В.М Рациональное использование и очистка воды на машиностроительных предприятиях / В. М. Макаров, Ю. П. Беличенко, В. С. Галустов. Москва: Машиностроение, 1988. 272 с.

26. Мальований А.М. Законодавчі та технологічні аспекти вилучення біогенних елементів із побутових стоків в Україні та Європейському Союзі. Вісник КДУ імені Михайла Остроградського. 2010. № 5(64). Частина 1. С. 151–158.

27. Морозова А.А. Взвешенные формы железа и фосфора в воде Киевского водохранилища // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. 2010. Т. 3(20). С. 169–177.

28. Минрыбхоз СССР. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбхозхозяйственных водоемов. Москва, 1990.

29. Молоков М. В. Очистка поверхностного стока с территории городов промышленных площадок. / М. В. Молоков, В. А. Проскуряков, В. Н. Шифрин. Москва: Стройиздат, 1977. 104 с.

30. Отведение и очистка поверхностных сточных вод. / В.С. Дикаревский, А.М. Курганов, А. П. Нечаев, М. И. Алексеев. Л.: Стройиздат, 1990. 224 с.

31. Постанова Кабінету Міністрів України від 11.10.1996 року №1100 «Про Порядок розроблення і затвердження нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин та перелік забруднюючих речовин, скидання яких нормується».

32. Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами, затверджені постановою КМУ від 25.03.1999. № 465.

33. Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України, затверджені наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України від 19.02.2002 року. № 37.

34. Проскуряков В. А. Очистка сточных вод в химической промышленности. / В. А. Проскуряков, Л. И. Шмидт. Л.: Химия, 1977. 464 с.
35. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 20 січня 2016 року № 94-р «Про визнання такими, що втратили чинність, та такими, що не застосовуються на території України, актів санітарного законодавства».
36. Савлущинська М.О. Фосфор у водних екосистемах. Наукові записки ТНПУ. Серія: Біологія. 2014. № 4(61). С. 153–162.
37. СанПиН 4630-88 Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения.
38. Степова Н.Г. Аналіз вітчизняних нормативних актів щодо вмісту сполук фосфору у стічних і природних водах та їх вплив на довкілля. Меліорація і водне господарство. 2014. № 101. С. 105–112.
39. Степова О.В. Оцінка біоленого забруднення поверхневих водойм Полтавської області. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2016. № 1-2. С. 93–97.
40. СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения. Москва: Стройиздат, 1986.
41. Соколов Л. И. Ресурсосберегающие технологии в системах водного хозяйства промышленных предприятий. Москва: Изд-во АСВ, 1997. 256 с.
42. Ухань О.О. Вплив природних та антропогенних чинників на формування режиму біогенних елементів у поверхневих водах басейну Сіверського Донця // Наукові праці УкрНДГМІ. 2011. Вип. 261. С. 163–178.
43. Ухань О.О. Характеристика просторово-часового розподілу сполук азоту та фосфору у воді р. Сіверський Донець // Наукові записки ТНПУ. Серія: Біологія. 2010. № 4(45). С. 153–162.
44. Харькин С.В. Организация процессов удаления фосфора из сточных вод. Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2013. № 11. С. 52–58.

45. Шандрович В.Т. Ефективність процесу ANAMMOX для очищення стічних вод від азотовмісних сполук. Екологічна безпека. 2014. № 2(18). С. 114–118.
46. Широкова В. А., Фролова Н.Л. Вода: океаны и моря, реки и озера: Энциклопедия ОЛМА. М.: ОЛМА Медиа Групп, 2012. 304 с.
47. Юрченко В.А. Нормирование концентрации азотсодержащих соединений при приеме сточных вод в городскую канализацию. Коммунальное хозяйство городов. Научно-технический сборник. 2010. № 93. С. 58–62.
48. Ягов Г.В. Контроль содержания азота при очистке сточных вод. Водоснабжение и санитарная техника. 2008. № 7. С. 45–52.
49. Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод : учебник для вузов / С.В. Яковлев, Ю.В. Воронов. – Москва: АСВ, 2004. – 704 с.
50. Briand J. F. Health hazards for terrestrial vertebrates from toxic cyanobacteria in surface water ecosystems // *Vet. Res.* 2003. Vol. 34. pp. 361–377.
51. Council Directive 91/271/EEC of May 1991 Concerning Urban Waste Water Treatment, 1991. URL: http://ec.europa.eu/environment/water/waterurbanwaste/index_en.html.
52. Funari E. Human health risk assessment related to cyanotoxins exposure // *Crit. Rev. Toxicol.* 2008. vol. 38. pp. 97–125.
53. Kroiss H. Betrieb von Kläranlagen. Wien: Technische Universität Wien, 2007. Band 202. 626 s.
54. World Water Resources and their Use, UNESCO//<http://www.unesco.org>.
55. Beasley V.R. Diagnostic and clinically important aspects of cyanobacterial (blue-green algae) toxicoses // *Vet. Diagn. Invest.* 1989. vol. 1. pp. 359-365.