

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології
Кафедра загальної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Сарган Павло Валерійович

УДК 614.777 (477.42)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**ЕКОЛОГО-САНІТАРНА ОЦІНКА ДЖЕРЕЛ ВОДОПОСТАЧАННЯ
ПУЛИНСЬКОЇ ОТГ**

101 Екологія

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Науково-професійна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело

П.В. Сарган

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Науковий керівник:

Лесь А.В.

(прізвище, ім'я, по батькові)

кандидат економічних наук, доцент

(науковий ступінь, вчене звання)

АНОТАЦІЯ

Сарган П.В. Еколого-санітарна оцінка джерел водопостачання Пулинської ОТГ. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 101 – екологія. – Поліський національний університет, Житомир, 2020.

У роботі здійснено аналіз джерел водопостачання Пулинської ОТГ та визначено, що на території громади переважає децентралізоване водопостачання. Встановлено, що якість води з джерел водопостачання на території Пулинської ОТГ Житомирської області має значну кількість відхилень від нормативних значень за мікробіологічними та хімічними показниками. Визначено якість питної води з централізованого джерела водопостачання, яка не відповідає встановленим нормативам, оскільки спостерігається значне перевищення концентрації заліза. Здійснено аналіз ефективності системи очищення стічних вод та встановлено перевищення допустимих концентрацій за показниками БСК₅ та розчинний кисень, що негативно впливає на гідрохімічний стан річки Тня. Розроблено рекомендації для органів місцевої влади Пулинської ОТГ щодо покращення якості питної води та збереження водних ресурсів громади.

Ключові слова: централізоване водопостачання, децентралізоване водопостачання, питна вода, стічні води, нітрати, колі-індекс, показники якості, криниця.

SUMMARY

Sargan P.V. Ecological and sanitary assessment of water supply sources of Pulynska OTG. - Manuscript qualification work.

Qualification work for the master's degree in specialty 101 – ecology. – Polissia National University, Zhytomyr, 2020.

The paper analyzes the sources of water supply of Pulynska OTG and determines that the community is dominated by decentralized water supply. It is

established that the quality of water from water supply sources on the territory of Pulynska OTG of Zhytomyr region has a significant number of deviations from the normative values in terms of microbiological and chemical indicators. The quality of drinking water from a centralized source of water supply, which does not meet the established standards, as there is a significant excess of iron concentration. The efficiency of the wastewater treatment system was analyzed and the permissible concentrations of BSC5 and soluble oxygen were exceeded, which negatively affects the hydrochemical state of the Tnya River. Recommendations have been developed for local authorities of Pulynska OTG to solve the problems of providing the population with quality drinking water and conservation of water resources of the community.

Key words: centralized water supply, decentralized water supply, drinking water, wastewater, nitrates, coli index, quality indicators, well.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ПРОБЛЕМИ ПИТНОЇ ВОДИ, ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ВОДОПОСТАЧАННЯ.....	9
РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДМЕТА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	11
2.1. Програма проведення дослідження.....	11
2.2. Методика проведення досліджень.....	11
2.3. Фізико-географічна та соціально-економічна характеристика Пулинської ОТГ	13
РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГО-САНІТАРНА ОЦІНКА ПИТНОЇ ВОДИ З РІЗНИХ ДЖЕРЕЛ ВОДОПОСТАЧАННЯ НА ТЕРИТОРІЇ ПУЛИНСЬКОЇ ОТГ	16
3.1. Якість ґрунтових вод Пулинської ОТГ за хімічними показниками.....	17
3.2. Якість ґрунтових вод Пулинської ОТГ за мікробіологічними показниками	20
3.3. Оцінка якості питної води централізованого водопостачання Пулинської ОТГ.....	25
3.4. Оцінка стану водовідведення Пулинської ОТГ.....	27
ВИСНОВКИ.....	32
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	33
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	34

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Забезпечення населення прісною водою є одним з найважливіших соціо-екологічних завдань, які потребують вирішення не тільки в Україні, а й у світі. З кожним роком гостро постає проблема погіршення якості питної води. Враховуючи незадовільний стан систем питного водопостачання з різних джерел, що негативно відображається на якості питної води, то є висока ймовірність виникнення різних захворювань у населення, оскільки вони споживають низької якості воду. Особливо ця проблема стосується питної води з децентралізованого водопостачання. Адже до виникнення багатьох хвороб, зокрема інфекційних, може призвести вживання питної води незадовільної якості.

Підземні води є основним джерелом водопостачання населення селищних та сільських рад, а також сільського господарства. Майже 64% сільського населення користується водою з криниць та інших джерел.

На сьогодні все більшої актуальності набуває належне забезпечення населення і виробництва чистою питною водою. Поряд з цим зростає дефіцит води для питних та господарських потреб, тому вкрай важливим є вивчення цієї проблеми, розглядаючи її в антропогенному і епідеміологічному аспектах.

Мета і завдання дослідження. Метою досліджень була еколого-санітарна оцінка якості питної води з різних джерел водопостачання на території Пулинської громади.

Для досягнення поставленої мети досліджень передбачалось вирішити такі завдання:

- охарактеризувати джерела водопостачання Пулинської ОТГ;
- оцінити якість води з децентралізованих джерел водопостачання Пулинської ОТГ;

- оцінити якість питної води з централізованого водопостачання Пулинської ОТГ;
- визначити основні показники якості питної води, що перевищують встановлені нормативні значення;
- проаналізувати систему водовідведення Пулинської ОТГ.

Об'єкт дослідження – якість питної води централізованого та децентралізованого водопостачання Пулинської ОТГ.

Предмет дослідження – питна вода та закономірності зміни її якості у різні пори року.

Методи дослідження. Для виконання роботи використовували загальнонаукові та спеціальні методи досліджень, а саме: при здійсненні відбору зразків води – польовий; при дослідженні якості питної води та ефективності очистки стічних вод – лабораторний (органолептичний, мікробіологічний, хімічний); для обробки отриманих даних – математичний і статичний.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше для Пулинської селищної ради проведена еколого-санітарна оцінка якості питної води централізованого та децентралізованого водопостачання.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані результати досліджень можуть бути використані органами місцевої влади Пулинської ОТГ при розробці та впровадженні заходів щодо покращення якості питної води, збереження та охорони водних ресурсів громади.

Апробація результатів дослідження. Основні положення і результати досліджень у 2020 році апробовано і представлено у фаховому журналі «Технологічний аудит та резерви виробництва».

Основні положення, що виносяться на захист:

- характеристика джерел водопостачання Пулинської ОТГ;
- якість питної води децентралізованих джерел водопостачання Пулинської ОТГ за мікробіологічними і хімічними показниками;

- якість питної води централізованих джерел водопостачання за основними показниками Пулинської ОТГ;
- аналіз системи водовідведення на території Пулинської громади;
- розроблені рекомендації для органів місцевого самоврядування щодо контролю за якістю питної води та збереження водних ресурсів.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ПРОБЛЕМИ ПИТНОЇ ВОДИ, ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ВОДОПОСТАЧАННЯ

Важливим чинником, що впливає на стан здоров'я та умови проживання населення, є хімічний склад питної води відповідної якості. Забезпечення населення достатньою кількістю доброякісної питної води - стратегічне завдання держави [3, 19, 22].

Під доброякісністю питної води розуміють її сприятливі органолептичні властивості, нешкідливість хімічного складу і вмісту радіонуклідів, безпеку в епідемічному відношенні, фізіологічну повноцінність. Висновок про якість питної води роблять на підставі порівняння результатів лабораторних досліджень води зі встановленими нормативами [28].

Питна вода, що подається централізовано в багатьох населених пунктів України, за деякими показниками постійно або періодично не відповідає встановленим нормам і може негативно впливати на стан здоров'я населення. Це пов'язано з недостатніми очищенням і знезараженням води, незадовільним станом водопровідних мереж, перебоями в централізованій подачі води та з іншими причинами [1, 14].

Потенційні запаси поверхневих вод в Україні становлять біля 209,8 км³. Якщо враховувати запаси поверхневих і підземних вод, то наша державу відносять є малозабезпеченою. Загальний об'єм внутрішніх відновлюваних водних ресурсів становить, з врахуванням на одну людину, 1155 м³/рік [5, 24, 31].

Розподіл водних ресурсів на території України є нерівномірним, оскільки різні селища, міста, регіони забезпечені водою як надмірно, так і недостатньо. Також це відноситься до територіального розподілу водних ресурсів і розміщення найбільш водоспоживчих галузей промислового та господарського комплексу [8, 14, 24].

Важливим резервом для водопостачання населення України є підземні води, найцінніші з яких – прісні, прогнозовані запаси яких біля 22,5 км³/рік. Розподіл водних ресурсів з підземних джерел також украй нерівномірний [21, 22].

Значна частина населення (74 %) для питних потреб використовує привозну воду і нецентралізовані джерела водопостачання: криниці, свердловини, саморобні каптажі, прирулові копанки. Експлуатація незахищених ґрунтових водоносних горизонтів, незадовільний технічний стан водозабірних і водонесувних комунікацій створюють ризик епідемічної небезпеки людей.

Близько 30% проб питної води, відібраних із джерел нецентралізованого водопостачання в сільській місцевості, не відповідає нормативам за санітарно-хімічними і 20% – за мікробіологічними показниками [4, 21, 31].

Санітарний та екологічний стан джерел водопостачання, особливо в промислово насичених районах і на територіях із розвиненим сільськогосподарським виробництвом, є критичним або наближається до критичного. Із загальної кількості сіл, які забезпечені централізованим водопостачанням, у 800 через порушення правил експлуатації не працюють належним чином каналізаційні мережі і споруди для очищення стічних вод господарсько-побутового характеру, а також не проводиться виробничий лабораторний контроль якості питної води [5, 9, 14].

Отже, на території України екологічна ситуація є небезпечною, особливо в галузі водного господарства, що пов'язана зі значними недоліками планування, екстенсивним веденням господарства, залишковим принципом виділення коштів на водозахисні (і природоохоронні) заходи, безконтрольним і без урахування місцевих умов розвитком енергетики, хімічної й металургійної промисловості. Відповідно дослідження якості водного середовища відповідно до державного стандарту є актуальним і вкрай необхідним.

РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДМЕТА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Програма проведення дослідження

Протягом 2019-2020 рр. здійснювали дослідження з визначення якості питної води з централізованого та децентралізованого водопостачання. Програмою дослідження було визначено такі питання:

1. Охарактеризувати основні джерела водопостачання на території Пулинської ОТГ.
2. Визначити основні чинники забруднення водних ресурсів, які виступають джерелами водопостачання на території Пулинської ОТГ.
3. Оцінити якість питної води з різних джерел забруднення за хімічними та мікробіологічними показниками.
4. Визначити особливості забруднення питної води із джерел водопостачання в населених пунктах Пулинської селищної ради.
5. Проаналізувати систему водовідведення на території Пулинської ОТГ.
6. Розробити рекомендації для громади Пулинської ОТГ щодо охорони та збереження водних ресурсів як джерел питної води.

2.2. Методика проведення досліджень

При проведенні визначень показників якості питної води користуються стандартними методиками, що затверджені Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України, Міністерством охорони здоров'я або ДСТУ.

Відбір проб та їх подальший аналіз проводився згідно стандартних методик та правилами. Відбір, зберігання та транспортування проб води для мікробіологічного та хімічного контролю проводили згідно стандартним методикам. Проба води досліджувалась не пізніше ніж через 2 год. В крайніх випадках – не пізніше 6 год. після відбору проби, при умові її зберігання при температурі від 1 до 5°C.

Мікробіологічними показниками у дослідженнях води було визначено загальне мікробне число та колі-індекс, проведення яких здійснювалося згідно методичних рекомендацій «Санітарно-мікробіологічний контроль якості питної води», які затверджені наказом № 60 від 3.02.2005 р.

Хімічними показниками у дослідженнях води було визначено нітрати, нітрити, залізо, марганець, сульфати, хлориди, проведення яких здійснювалися відповідно до ДСТУ, ГОСТ:

- нітрати – згідно ГОСТ 18826-73, при взаємодії нітратів з саліциловокислим натрієм при наявності сульфатної кислоти утворюються жовтого кольору солі нітросаліцилової кислоти;

- нітрити – згідно ГОСТ 4192-82, сульфанілову кислоту нітрити діазотують, а з 1-Нафтиламіном утворюють червоно-фіолетове забарвлення;

- залізо – згідно ГОСТ 4011-72, при взаємодії іонів заліза з сульфосаліциловою кислотою (умова лужне середовища) утворюється комплекс жовтого кольору;

- марганець – згідно ГОСТ 4974-72, під час процесу окислення сполук марганцю персульфатом амонію (умова кисле середовище, каталізатор - срібло) утворюється рожеве забарвлення;

- сульфати – згідно ГОСТ 4389-72, визначення сульфат-іона у вигляді $BaSO_4$ у солянокислому середовищі за допомогою гліколевого реагенту. Вимірювання проводять на фотоелектроколориметрі;

- хлориди – згідно ГОСТ 4245-72, осадження хлор-іона у нейтральному або слаболужному середовищі азотнокислим сріблом у присутності хромовокислого калію в якості індикатора.

Запах води визначали відповідно до ГОСТу 3351-74. Інтенсивність і характер запаху у воді визначаються органолептично при 20°C і 60°C (при проведенні аналізу запах посилюється, якщо вода холодна і підігріта) і оцінюється за балами, які поділяють так:

- ніякого – 0 балів;
- дуже слабкий – 1бал;

- слабкий – 2 бали;
- помітний – 3 бали;
- виразний – 4 бали;
- дуже сильний – 5 балів.

Кольоровість води визначають за ГОСТ 3351-74 фотометрично – шляхом порівняння проб досліджуваної рідини з розчинами, які імітують колір природної води.

Визначення окислюваності води здійснюють за перманганатним індексом. Перманганатний індекс є мірою забезпечення води органічними та неорганічними речовинами. Метод ґрунтується на окисленні проби відомою кількістю перманганату калію в сірчаноокислому середовищі за визначену кількість часу (10 хвилин). Метод може використовуватись тільки для проб, окислюваність яких нижче 100 мг кисню на 1л. Нижня межа визначення 2,5 мг/л \pm 40%.

Величину рН визначають потенціометричним методом. Загальну жорсткість визначають за ГОСТ 4151-72, сухий залишок – за ГОСТ 18164-72.

Вимірювання основних показників стічних вод здійснено згідно методик виконання вимірювань (МВВ), які можна використовувати, наведено у «Переліку методик виконання вимірювань (визначень), складу та властивостей проб об'єктів довкілля, викидів, відходів і скидів, тимчасово допущених до використання Мінекоресурсів України», затверджено та надано чинності наказом Мінекоресурсів України від 03.11.2003 року № 98.

2.3. Фізико-географічна та соціально-економічна характеристика Пулинської ОТГ

Пулинська ОТГ Житомирської області була утворена у 2017 році з адміністративним центром в смт. Пулини та площею території 337,9 км². До складу цієї ОТГ входять 26 населених пунктів. На території Пулинської ОТГ проживає населення з чисельністю 11 365 осіб [16, 23].

Пулинська ОТГ розміщується в центральній частині Житомирської області, у природній зоні мішаних лісів. Територія громади відноситься до Житомирського Полісся з помірно континентальним кліматом. При вивченні фізико-географічних умов досліджуваної громади виявлено, що усереднена температура -6°C відноситься до самого найхолоднішого місяця (січень), а $+18^{\circ}\text{C}$ до самого найтеплішого місяця (липень). Безморозний період триває в середньому 170 днів, а вегетаційний період – 195-200 днів [16, 23].

Оскільки Пулинська селищна рада знаходиться на рівнинній території Поліської низовини, тому вважається, що на її площі випадає достатньо велика кількість атмосферних опадів. Протягом січня, червня та грудня випадає найбільше опадів, а протягом серпня-жовтня – найменше. В грудні утворюється сніговий покрив, середня висота якого становить 15-20 см, який є постійним, проте протягом березня сходить з полів. Близько п'яти останніх років спостерігаються малосніжні зими. Загалом протягом всіх зимових місяців відмічаються відлиги [16, 23].

Незважаючи на всі кліматичні особливості території громади, в загалом кліматичні умови є сприятливими для господарського комплексу (сільського, лісового), для інших галузей виробництва та для забезпечення життєво необхідної діяльності населення [16, 23].

Загалом площа всіх водних ресурсів території Пулинської ОТГ становить 850 га, на якій протікає дві найбільші річки:

- річка Тня, яка є правою притокою р. Случ;
- річка Ірша, яка є лівою протокою р. Тетерів.

Проте територія громади вважається бідною на річкову систему. Окрім двох великих річок, протікають ще п'ять малих річок [16, 23].

Річка Ірша бере свій початок в селі Івановичі, яка є притокою Тетерева, яка протікає у північно-східному напрямі (верхня течія). На території громади створені невеликі водосховища, за рахунок існуючих дамб на руслах малих річок Тенька і Чернявка. Вода з цих водосховищ використовують жителі

Пулинської ОТГ для господарських потреб, а також для розведення різних видів риби [16, 23].

Окрім поверхневих вод, на території є достатньо великі запаси підземних вод, які використовують для господарсько-питних потреб.

Основними видами питного водопостачання в населених пунктах Пулинської ОТГ є:

- централізоване водопостачання – селищний водогін;
- децентралізоване водопостачання:
 - а) приватні криниці;
 - б) артезіанські свердловини.

Централізоване водопостачання характерне тільки для трьох населених пунктів. У всіх інших населених пунктах Пулинської ОТГ питне водопостачання – децентралізоване, головним чином забезпечується за рахунок приватних криниць.

Централізоване водопостачання та водовідведення здійснюється КБП «Пулинський водоканал» Пулинської селищної ради. Протяжність всіх водопровідних мереж на території громади становить 28,4 км, а каналізаційних мереж – 6,3 км. На водоканалі функціонують очисні системи, що забезпечують очистку каналізаційних стоків [16, 23].

РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГО-САНІТАРНА ОЦІНКА ПИТНОЇ ВОДИ З РІЗНИХ ДЖЕРЕЛ ВОДОПОСТАЧАННЯ НА ТЕРИТОРІЇ ПУЛИНСЬКОЇ ОТГ

Підземні води утворюються або у результаті просочування у ґрунти атмосферної вологи, або за рахунок конденсації водяної пари, що поступає з великих глибин у верхні, холодніші шари. Верхні шари підземних вод утворюються саме з атмосферної вологи, що просочується через ґрунт до водонепроникного горизонту [10, 12].

Звичайно водотривкий горизонт нахилений в ту або іншу сторону. Згідно з цим нахилом, підкоряючись силі тяжіння, рухаються ґрунтові води. Криниці, вириті уздовж потоку, матимуть дзеркало на різній глибині. Якщо у вище розміщеній криниці розчинити сіль або фарбу, то сліди їх через деякий час з'являться у нижчележачій криниці. Знаючи відстань між криницями і час, через який ці сліди будуть знайдені у іншій криниці, можна судити про швидкість руху ґрунтових вод, яка частково залежить від кута нахилу водотривкого горизонту, а головне, від водопроникності ґрунту [6, 10].

Поверхня води у криницях показує дзеркало ґрунтових вод. Дзеркало являє собою горизонтальну плоску поверхню, яка порушується через різну геологічну будову ґрунтів або рельєф водотривкого горизонту. Ця поверхня у згладженому вигляді повторює вигини рельєфу, підіймаючись над горбами і опускаючись в улоговинах. Завдяки наявності дзеркала води, вода у криницях може забруднюватися, так як і поверхневі води, вони вже тоді незахищені ґрунтом [15].

У розрізі адміністративних областей найбільші ресурси підземних вод зосереджені у Чернігівській, Херсонській, Київській, Полтавській, Харківській, Львівській, Рівненській, Сумській (3,3–4,2 млн. м³/добу) областях і складають 60,5% усіх ресурсів України. До слабозабезпечених областей відносяться Чернівецька, Кіровоградська, Миколаївська, Івано-Франківська, Житомирська, Одеська (362 – 758 тис. м³/добу) [21, 22]. Але не дивлячись, на нерівномірність розташування ресурсів підземних вод, вони

інтенсивно використовуються та забруднюються на всій території України. Тому для дослідження вибирали області як із великими запасами підземних вод – Київська та Полтавська, так і малозабезпечених – Житомирська та Вінницька.

Експлуатаційні запаси підземних вод досліджуваних територій показано в табл. 3.1 [1, 28].

Таблиця 3.1

Запаси і забір підземних вод на території дослідження, млн.м³

Область	Експлуатаційні запаси підземних вод		Водовідбір із підземних джерел
	прогнозні	Затверджені	
Вінницька	323	48	117
Житомирська	228	66	104
Київська	1528	680	294
Полтавська	1477	274	189

Погіршення якості питної води у криницях спонукає до вивчення проблеми децентралізованого водопостачання досліджуваної території.

3.1. Якість ґрунтових вод Пулинської ОТГ за хімічними показниками

Аналіз даних показав, що ґрунтова вода на території Пулинської ОТГ повністю відповідає санітарно-гігієнічним вимогам за хімічними показниками, окрім вмісту нітратів та нітритів.

У 2018 році було проаналізовано 675 проб води, з яких 65 відхилень за вмістом нітратів та 6 – нітритів. У 2019 році проаналізовано вже 152 проби води, з яких 10 відхилень за вмістом нітратів, 5 – нітритів. Дані наведено у таблиці 3.2.

Ці відхилення зумовлені надходженням поверхневих стоків, що містять нітратні добрива, гною у ґрунтові води та розміщення поблизу криниць вигрібних ям. Нітрати мають здатність до швидкої міграції по ґрунтовому

профілю, при цьому вони потрапляють до рослинних організмів і водних об'єктів, забруднюючи їх [17].

Таблиця 3.2

**Аналіз проб води з відхиленням за вмістом нітратів і нітритів
протягом 2018-2019 р.р. на території Пулинської ОТГ**

№ п/п	Назва села	Проби з відхиленням 2018 рік		Проби з відхиленням 2019 рік	
		Нітрати	Нітрити	Нітрати	Нітрити
1.	сmt. Пулини	11	6	2	
2.	с. Буряківка	2			
3.	с. Бабичівка	5			2
4.	с. Видумка	2			
5.	с. Веснянка	1			
6.	с. Гута-Юстинівка	13			
7.	с. Зелена Поляна	5			
8.	с. Івановичі	3		1	
9.	с. Колодіївка	2			
10.	с. Корчівка	1		1	1
11.	с. Липівка	1			2
12.	с. Мартинівка	1			
13.	с. Мирне	1			
14.	с. Неборівка	1			
15.	с. Очеретянка			1	
16.	с. Сколобів	3			
17.	с. Тартачок	3		3	
18.	с. Ужівка	3			
19.	с. Ясногірка	3			
20.	с. Ясна Поляна	1			
21.	с. Ягодинка	3		2	

У досліджуваних селах в основному займаються сільським господарством, проте застосовують у великому обсязі нітратні добрива, що призводить до інфільтрації в глибші шари ґрунту нітратів. Це зумовлено їх великою розчинністю та здатністю до легкого вимивання, що сприяє значному забрудненню ґрунтових вод.

Ґрунтові води виступають джерелами децентралізованого водопостачання, відповідно нітрати, надмірно накопичуючись у цих водних

ресурсах, зумовлюють негативні наслідки, а саме сприяють розвитку специфічних хвороб у населення та тваринних організмів. У концентрації 21 мг/дм^3 нітратів у воді спостерігається розвиток онкологічних та серцево-судинних захворювань [4, 11, 19].

Аналіз проб води у 2020 році за сезонністю (табл. 3.3) показав, що вміст нітритів перевищував норму навесні у всіх районах дослідження, що пов'язано з веденням сільськогосподарських робіт. Внесення добрив навесні та за рахунок природних процесів, а саме опадів, збільшується кількість поверхневих стоків, які промивають ґрунти та потрапляють до ґрунтових вод.

Таблиця 3.3

**Стан якості ґрунтових вод за хімічними показниками
у населених пунктах Пулинської ОТГ (2020 рік)**

Село	Пори року			
	зима	весна	літо	осінь
Нітрити, норматив – $3,3 \text{ мг/дм}^3$				
Пулини	1,7	3,4	3,3	2,9
Корчівка	2,2	3,6	3,3	3,1
Івановичі	2,5	3,5	3,3	3,2
Гута Юстинівка	1,9	3,6	3,3	2,6
Нітрати, норматив – 50 мг/дм^3				
Пулини	45,90	89,00	76,45	95,32
Гута-Юстинівка	57,87	100,05	123,69	127,34
Зелена Поляна	47,20	58,43	50,22	61,94
Івановичі	99,82	123,45	131,73	149,76
Корчівка	78,54	100,78	96,37	106,17

Незначні концентрації нітритів у ґрунтових водах на території Полісся обумовлені їхньою крайньою нестійкістю. Вони окислюються, переходячи в найбільш стійкі неорганічні сполуки азоту – нітрати. Стійкість нітратних

форм призводить до нагромадження їх у ґрунтових водах за рахунок процесів інфільтрації ґрунтових розчинів. Ці розчини містять у найбільшій кількості нітритів, зростання концентрації яких зумовлено господарською діяльністю, а також забрудненням довкілля сполуками азоту різного агрегатного стану [7, 20].

Встановлено, що вміст нітратів у районах дослідження протягом 2020 року перевищував норму. Зростання концентрації нітратів спостерігали в основному навесні та восени, на фоні зниження влітку. Хоча в селах Гута Юстинівка та Івановичі відмічали поступове зростання концентрації нітратів протягом року.

Основною причиною значного зростання концентрації нітратів навесні та восени, на території досліджуваних сіл, можуть бути забруднювальні речовини, що стікали з полів, при обробці яких використовують нітратні добрива. Вони, в свою чергу, потрапляють до ґрунтових вод під час дощів. Ще одним із чинників зростання концентрації нітратів може бути надходження разом з опадами гною у ґрунтові води, а також розташування вигрібних ям без врахування гідрологічних умов та напрямку руху підземних вод [20].

Слід відмітити, що не відмічали різкого збільшення концентрації нітратів у ґрунтових водах восени, оскільки кількість опадів була незначною. Відповідно з поверхневим стоком не потрапляли значна кількість нітратів до ґрунтових вод.

3.2. Якість ґрунтових вод Пулинської ОТГ за мікробіологічними показниками

Здоров'я населення залежить від регулярного мікробіологічного моніторингу якості води, оскільки забруднення вод фекаліями, господарсько-побутовими стічними водами є серйозною проблемою, оскільки сприяють зараженню різними інфекційними хворобами. Бактеріальне забруднення у воді вимірюється з використанням індикаторних організмів, зокрема

кишкової палички та ентерококів, які використовуються як первинні показники забруднення якості питної води, а не загальної кількості наявних колиформ. Хоча більшість штамів *E. coli* та *Enterococci* викликають лише легкі інфекції, їх наявність свідчить про потенційну присутність інших більш патогенних організмів, які становлять небезпеку для здоров'я людини [2, 32, 37, 39].

Однією із особливостей бактеріального аналізу води є те, що за його допомогою можна визначити якість води тільки в момент відбору проб. Оскільки при тривалому зберіганні проб води бактеріальне забруднення води буде змінюватися, а, отже, результат буде спотворений. Слід відмітити, що при відборі проб води на визначення мікробіологічних показників значна увага приділяється підготовці засобів відбору, щоб виключити бактеріальне зараження ззовні [32, 35, 37].

У 2018 році на території Пулинської ОТГ було проаналізовано 488 проб води, у 60 виявлено бактерії групи кишкової палички. У 2019 році досліджено вже 175 проби води, у 34 виявлено бактерії групи кишкової палички (табл. 3.4).

За якісними показниками ґрунтові води є кращими, на відміну від поверхневих вод, оскільки ґрунт виконує роль фільтра, адсорбуючи забруднюючі речовини, що надходять ззовні [2, 6]. Проте результати дослідження виявили значне погіршення якості ґрунтових вод, що виявляється у непостійному їх рівні стояння (при значних опадах рівень води піднімається, а при тривалій відсутності опадів рівень настільки знижується, що у криницях зникає вода) та можливості легкого потрапляння забруднень з поверхні ґрунту.

Для ґрунтових вод можуть бути характерними чинники забруднення, що і для поверхневих водойм, що зумовлено наявністю дзеркала води у криницях: 1) при недостатньо міцному зрубі, не високо виведена криниця на поверхні та відсутності глиняної обробки (замка) можуть з поверхні затікати води при сильних дощах та таненні снігу; 2) використання відер чи інших

засобів для забору води може сприяти зараженню ґрунтових вод; 3) можливе попадання у шахтні криниці трупів тварин, перш за все гризунів і в окремих випадках інших інфікованих предметів [2, 6].

Таблиця 3.4

**Аналіз проб води з виявленням бактерій групи кишкової палички
протягом 2018-2019 р.р. на території Пулинської ОТГ**

№ з/п	Назва населеного пункту	2018 рік	2019 рік
1.	сmt. Пулини	11	9
2.	с. Буряківка	2	
3.	с. Видумка	2	
4.	с. Веснянка	2	
5.	с. Гута-Юстинівка	2	2
6.	с. Зелена Поляна	2	2
7.	с. Івановичі	1	
8.	с. Колодіївка	1	2
9.	с. Кошелівка	2	2
10.	с. Мартинівка	4	5
11.	с. Мирне	2	
12.	с. Очеретянка		1
13.	с. Полино-Гута	2	2
14.	с. Сколобів	2	1
15.	с. Стара Олександрівка	2	
16.	с. Тартачок	2	1
17.	с. Ужівка	2	
18.	с. Чернявка	2	
19.	с. Юльянівка	2	2
20.	с. Ясна Поляна	2	2
21.	с. Ягодинка	2	2
22.	с. Ясногірка	2	2
23.	с. Ялинівка	3	3

У сmt. Пулини та селах Мартинівка, Зелена Поляна, Полино-Гута, івановичі протягом 2020 року відмічали перевищення нормативу із зростанням навесні та влітку (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

**Стан якості ґрунтових вод за мікробіологічними показниками
у населених пунктах Пулинської ОТГ (2020 рік)**

Село	Пори року			
	зима	весна	літо	осінь
Колі-індекс, норматив – відсутність КУО/100см³				
Червоноармійськ	3	24	67	65
Мартинівка	3	19	54	32
Зелена Поляна	9	14	63	51
Полино-Гута	3	27	73	64
Івановичі	9	44	76	77

Весною значення показника колі-індекс різко змінювався у сторону зростання, що зумовлено збільшенням рівня опадів (сприяє формування значного об'єму поверхневого стоку, що містить у своєму складі фекальне забруднення), температури повітря (сприяє розвитку бактерій, що відповідно відображається у виявленні значної їх кількості при дослідженні). Слід відмітити, що оскільки зима 2020 року була малою сніжною, то відсутність снігу, і відповідно його танення, не сприяли формування поверхневого стоку з полів, що значно зменшило значення показника колі-індекс навесні.

Особливість будови криниці полягає у наявності дзеркала води. Якщо ґрунти захищають ґрунтові води від прямого попадання забруднюючих речовин з ззовні, то наявність дзеркала води сприяє поверхневому забрудненню води. Значне коливання значень показника колі-індексу пояснюється впливом чинників фекального забруднення.

Звичайно, що влітку значення показника колі-індекс буде зростати, оскільки кліматичні умови є сприятливими (зростає температура повітря, а також періоди затяжного дощу, які забезпечують формування поверхневого стоку) для швидкого розмноження мікроорганізмів. Показники колі-індексу влітку та восени майже однакові, спостерігається незначне його коливання,

що зумовлене відсутністю значних опадів та теплою погодою протягом осені 2020 р.

Звичайно, щ взимку значення цього показника буде нижчим, оскільки кліматичні умови є несприятливими для розвитку мікроорганізмів (низькі температури, майже відсутність опадів, які забезпечують промивний ефект). Відповідно якість питної води за мікробіологічними показниками буде кращою.

Отже, під час проведення дослідження питної води з джерел децентралізованого водопостачання, виявлено невідповідність якості ґрунтових вод вимогам державного стандарту якості питної води. Відповідно, наявність значної кількості кишкової палички свідчить і про присутність патогенних мікроорганізмів, тому забруднена вода може бути джерелом виникнення інфекційних захворювань.

З цього виходить, що чинниками, що сприяють зростанню рівня кишкової палички у ґрунтовій воді є: дзеркало води, застосування брудних відер чи попадання гризунів до джерела води. Це необхідно враховувати при використанні води із цих джерел і збережені її якості [2, 18].

Отже, на території проведення досліджень хімічний та мікробіологічний аналіз питної води децентралізованого водопостачання виявив незадовільну її якість. При цьому показано її погіршення навесні та восени. Влітку якість питної води дещо ліпша, хоча спостерігали у деяких пробах підвищені мікробіологічні показники, що пов'язано із сприятливими умовами для їх росту, та зростання вмісту нітратів, які надходили із сільськогосподарських угідь, на яких використовували гній.

Тому необхідно вживати заходів, щодо очищення і, відповідно, поліпшення якості ґрунтових вод у досліджуваних криницях із врахуванням сезонності.

3.3. Оцінка якості питної води централізованого водопостачання Пулинської ОТГ

На сьогоднішній день вода стала ресурсом, що забезпечує нормальний розвиток суспільства. Проте вже зараз більшість населених пунктів області гостро відчувають дефіцит якісної питної води. Запаси підземних вод в області незначні, а в ряді регіонів практично відсутні.

На території Пулинської ОТГ значиться 5 малих річок та дві середні – Тня й Ірша, яка бере початок на землях с. Стара Олександрівка. Загальна довжина їх становить 176,9 км. Течуть дві головні річки – Тня протяжністю 33 км, яка впадає в річку Случ, та Тенька протяжністю 28 км, і живляться вони водами приток. До річки Тні впадають 12 приток, до Теньки – 15 приток. У досліджуваній громаді налічується 39 водойм загальною площею водного дзеркала 164,4 га і обсягом води 1735,1 тис м³ [16].

Загальний забір води в у 2020 році становив 0,186 млн. м³, у тому числі для сільськогосподарських потреб 0,055 млн. м³. Отже, забір води для використання для різних потреб з роками не змінюється.

Для централізованого водопостачання Пулинської селищної ради забір води здійснюється із артезіанської свердловини, глибиною 120 м. У порівнянні з поверхневими, підземні джерела водопостачання, як правило, відрізняються стабільнішими характеристиками стосовно якості і безпечності води і відносною захищеністю від забруднення з поверхні.

До питної води висуваються вимоги ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Якщо говорити про централізоване водопостачання, то слід відзначити, що на відміну від питної води з децентралізованого водопостачання, вода перед тим, як її надати споживачу, проходить всі етапи водопідготовки. Питна вода для споживача повинна надходити якісною. Система водопостачання у загальному складається з водозабірних споруд, водопроводу, насосних станцій та водопідготовки. Саме на етапі водопідготовки здійснюється процес очищення води від різних видів забруднення з метою забезпечення її

якості нормативним показникам. Основними методами очищення води на етапі водопідготовки є освітлення, пом'якшення, покращення води за органолептичними характеристиками, знесолювання та знезараження.

Оскільки для централізованого водопостачання Пулинської ОТГ забір води здійснюють з артезіанської свердловини, то водопідготовка не проводиться. Вода від скважини подається відразу споживачам.

Дослідження якості води централізованого водопостачання Пулинської ОТГ проводилося протягом 2019-2020 років за основними показниками, а саме рН, жорсткість, сухий залишок, вміст амонію, нітратів, нітритів, хлоридів, сульфатів, заліза, свинцю (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Якість питної води централізованого водопостачання Пулинської ОТГ

№, з/п	Показник	Норматив	Результати досліджень		
			01.11.19	2.04.20	06.07.20
1.	Осад	Відсутність	відсутн.	відсутн.	відсутн.
2.	рН	6,5 - 8,5	7,57	6,65	6,75
3.	Амоній	0,5 мг/дм ³	<0,05	<0,05	<0,05
4.	Нітрити	0,5 мг/дм ³	<0,003	<0,003	<0,003
5.	Нітрати	50 мг/дм ³	<0,1	<0,1	<0,1
6.	Жорсткість	7,0 ммоль/ дм ³	4,5	6,3	8,0
7.	Сухий залишок	1000 мг/дм ³	175	185	202
8.	Хлориди	250 мг/дм ³	18	45	35
9.	Сульфати	250 мг/дм ³	29	54	48
10.	Залізо	0,2 мг/дм ³	0,18	0,36	0,96
11.	Свинець	0,01 мг/дм ³	-	<0,005	<0,005

Як видно з таблиці у 2019 році якість води відповідала встановленим нормативам ДСанПіН. Протягом 2020 року якість води централізованого водопостачання не відповідала встановленим нормативам, за вмістом заліза та жорсткістю. Слід відмітити, що вміст загального заліза у 4,8 рази

перевищує норму. Тому необхідно проводити підготовку води перед надходженням до споживача.

Проблема водних ресурсів складна і багатогранна. Її успішне вирішення можливе лише в разі залучення інтелектуальних, фінансових і технічних можливостей всього суспільства. Від того, наскільки успішно будуть об'єднані ці зусилля, залежить майбутнє наших річок і водойм.

3.4. Оцінка стану водовідведення Пулинської ОТГ

Системи водовідведення та очищення стічних вод складаються з цілого комплексу різноманітних споруд, що формують мережу водовідведення, основна функція якої формування і видалення виробничих і побутових стічних вод для їх очищення і знешкодження перед скиданням у водоймище або утилізацією. Також до каналізаційної мережі потрапляють і атмосферні опади, які проходять всі етапи водовідведення [24].

Прісна вода у зростаючих обсягах використовується для комунально-побутових потреб населення, разом з тим виникає і проблема із стічними стоками. Слід виділити основні причини порушення роботи очисних споруд, що унеможлиблює процеси очищення стічних вод до нормативних показників: 1) зношеність устаткування та різних частин обладнання; 2) використання старої системи очистки; 3) відсутність можливості проведення ремонтних робіт [1, 32].

У систему очисних споруд стічних вод входить:

- приймальна камера (існуюча);
- решітки;
- пісковловлювачі горизонтального типу;
- первинні відстійники, вторинні відстійники;
- біологічні пруди доочистки (існуючі);
- мулові майданчики (існуючі);
- будівля операторська (існуюча);

- мережі енергопостачання 220/380 В.

Діяльністю очисних споруд досягається очистка води для скиду в рибогосподарчий водойм, а саме в р. Тня, концентрація забруднюючих речовин повинна не перевищувати дані, які наведені в табл. 3.7.

Таблиця 3.7

Допустима концентрація

Забруднююча речовина	Концентрація
БСК ₅	15 мг/л
Завислі речовини	15 мг/л
ХСК	80 мг/л
O ₂	0,2 мг/л
Нітрити	0,07 мг/л
Нітрати	38 мг/л
СПАР	12 мг/л
Фосфати	2,4 мг/л
Нафтопродукти	0,023 мг/л
Сухий залишок	1000 мг/л

Усереднені значення концентрації стічних вод отримані за результатами відбору проб у воді водойми р. Тня вище 100 метрів від скиду за 2019 рік наведено у табл. 3.8.

Таблиця 3.8

Усереднені значення концентрації ЗР стічних вод у пробах

Забруднююча речовина	Концентрація
БСК ₅	22 мг/л
Завислі речовини	17 мг/л
ХСК	72 мг/л
O ₂	1,2 мг/л
Нітрити	0,1 мг/л
Нітрати	39 мг/л
СПАР	10 мг/л
Фосфати	2,9 мг/л
Нафтопродукти	0,22 мг/л
Сухий залишок	900 мг/л

Дослідженнями встановлено, що концентрація забруднюючих речовин у пробах води р. Тня перевищує допустиму концентрацію за показниками БСК₅, завислі речовини, нітрати, нітроти, фосфати, нафтопродукти. Це свідчить про недостатню очистку стічних вод.

Стічні води приймаються на очисні споруди з циклом повної біологічної очистки. Характеристика забруднення стічних вод на «на вході» очисних споруд наведено в табл. 3.9.

Таблиця 3.9

**Характеристика забруднення стічних вод «на вході»
очисних споруд**

Температура	Забруднююча речовина	Концентрація
24,4 °С	Зважені речовини	15,0
	ХСК	420,0
	БСК ₅	315,0
	Хлориди	35,0
	СПАР	3,60
	Азот амонійний	38,1
	Сульфати	68,5
	Нітрати	43,0
	Нітроти	3,0
	Мінералізація	1300
	Розчинний кисень	1,43
	рН	6,9
	Сухий залишок	720,0
	Нафтопродукти	0,03

З метою оцінки ефективності роботи очисних споруд на території Пулинської ОТГ та для зручного порівняння, концентрації забруднюючих речовин у стічних водах на вході, виході у пробах та допустимі наведені у табл. 3.10 та 3.11.

З отриманих даних видно, що порівняно з минулим роком у 2020 році концентрація забруднюючих речовин у стічних водах після очистки менше, хоча і не відповідає допустимим нормам, а саме за такими показниками БСК₅

та розчинний кисень. Недостатньо очищені стічні води скидаються до річки Тня, що негативно впливає на її гідрохімічний стан.

Таблиця 3.10

Зведені концентрації ЗР у стічних водах за 2019 рік

Забруднююча речовина	Допустима концентрація	Концентрація ЗР на вході очисних споруд	Концентрація ЗР на виході очисних споруд
БСК ₅	15 мг/л	183,0 мг/л	60 мг/л
Завислі речовини	15 мг/л	210 мг/л	40 мг/л
ХСК	80 мг/л	260 мг/л	110 мг/л
O ₂	0,2 мг/л	1,43 мг/л	0,2 мг/л
Нітрити	0,07 мг/л	3,0 мг/л	2,8 мг/л
Нітрати	38 мг/л	43 мг/л	43 мг/л
СПАР	12 мг/л	3,6 мг/л	3,0 мг/л
Фосфати	2,4 мг/л	4,1 мг/л	2,9 мг/л
Нафтопродукти	0,023 мг/л	0,03 мг/л	0,03 мг/л
Сухий залишок	1000 мг/л	2300 мг/л	1100 мг/л

Таблиця 3.11

Зведені концентрації ЗР у стічних водах за 2020 рік

Забруднююча речовина	Допустима концентрація	Концентрація ЗР на вході очисних споруд	Концентрація ЗР на виході очисних споруд
БСК ₅	15 мг/л	315,0 мг/л	32 мг/л
Завислі речовини	15 мг/л	15 мг/л	4 мг/л
ХСК	80 мг/л	420 мг/л	54 мг/л
O ₂	0,2 мг/л	9,43 мг/л	6,8 мг/л
Хлориди	61,7 мг/л	35 мг/л	38 мг/л
Сульфати	81 мг/л	68 мг/л	52 мг/л
Сухий залишок	1000 мг/л	720 мг/л	321 мг/л

Аналізуючи дані таблиці слід відмітити, що у річку Тня здійснюється скид стічних вод з концентрацією забруднюючих речовин, яка перевищує допустиму концентрацію. Вміст розчинного кисню свідчить про поганий стан водойми р. Тня.

Неефективна робота очисних споруд негативно впливає на гідрохімічний стан малих річок, до яких надходять забруднюючі речовини зі стічними водами, поверхневим стоком із території населених пунктів та сільськогосподарських угідь.

ВИСНОВКИ

1. В результаті проведених досліджень встановлено, що якість води з джерел водопостачання на території Пулинської ОТГ Житомирської області має значну кількість відхилень від нормативних показників.

2. З кожним роком зменшується кількість проаналізованих проб води децентралізованого водопостачання, а кількість забруднених зростає за мікробіологічними та хімічними показниками. У 2018 році кожна 7 проба води була з відхиленням, то у 2019 році вже кожна п'ята.

3. Зростання концентрації нітратів спостерігали навесні та восени, що пов'язано із зростанням поверхневого стоку, тому це необхідно враховувати під час очищення ґрунтової води для питних потреб.

4. Встановлено, що значення показника колі-індекс навесні стрімко зростало, а протягом року спостерігали його коливання від 3 до 77 од. в окремих населених пунктах дослідження, що свідчить про наявність патогенної мікрофлори.

5. В якості критеріїв оцінки екологічного стану води децентралізованих джерел водопостачання слід використовувати дані про вміст у воді нітратів та її бактеріальне забруднення.

6. Якість води централізованого водопостачання не відповідає встановленим нормативам. Вміст загального заліза у питній воді перевищує норму у 4,8 разів.

7. Вміст забруднюючих речовин у стічних водах після очистки перевищують допустиму концентрацію за показниками БСК₅ та розчинний кисень, що негативно впливає на гідрохімічний стан річки Тня.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Для покращення якості питної води, стану водних об'єктів, а також з метою збереження та охорони водних ресурсів органам місцевого самоврядування Пулинської селищної об'єднаної територіальної громади необхідно:

1. Організувати та проводити локальний моніторинг поверхневих та підземних вод для розробки природоохоронних заходів зі збереження водних ресурсів на території Пулинської громади.

2. Забезпечити можливість проведення аналізів з визначення якості питної води децентралізованого водопостачання для населення громади у різні пори року.

3. Оскільки приватні криниці в основному закладаються без врахування геолого-гідрологічних умов, дотримання санітарних правил та норм, то варто проводити навчальні та просвітницькі заходи на тему «Теоретичні та практичні поради щодо закладання та облаштування криниці»; «Контроль за якістю питної води»; «Методи, засоби очистки та дезінфекції криниць» серед населення громади.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Барановський В. А., Юрдов В. Г., Омельчук С. Т. Екологічні проблеми природних вод України. Х. : “Знання”, 2000. 348с.
2. Бордюг Н.С., Патица В.П. Оцінка стану якості питної води децентралізованого водопостачання за епідеміологічним показником. *Наукові доповіді НУБіП*. 2010. 1(17). Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2010-1/10bnsqei.pdf> .
3. Бордюг Н.С., Ращенко А.В., Алпатова О.М. Моніторинг довкілля: навчально-методичний посібник. Київ, 2019. 168 с.
4. Бордюг Н. С. Аналіз санітарного стану якості питної води децентралізованого водопостачання. *Технологический аудит и резервы производства*. 2013. №5/4 (13). С. 49-51.
5. Вишневецький В. І. Річки і водойми України. Стан і використання. К.: “Либідь”, 2004. 376с.
6. Гольдберг В., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. М.: Недра, 1984. 262 с.
7. Доливо-Добровольський Л.Б., Кульський Л.А., Накорчевская В.Ф. Химия и микробиология воды. К.: «Вища школа», 1971. 306 с.
8. Дорогунцов С.І., Хвесик М.А., Горбач Л.М., Пастушенко П.П. Екосередовище і сучасність. К. : Кондор, 2006. Т.3. Економічна оцінка природного середовища. 426 с.
9. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології: підручник. К. : Вища шк., 2004. 382 с.
10. Зекцер И.С. Подземные воды как компонент окружающей среды. М.: Научный мир, 2001. 328 с.
11. Кульський Л.А., Даль В.В. Чистая вода и перспективы ее сохранения. Киев : Наукова думка, 1978. С. 124–133.
12. Михайлов В.Н., Добровольський А.Д. Общая гидрология: учеб. для географ. спец. вузов. М. : Высш. шк., 1991. 368 с.

13. Назаренко І.І., Польчина С.М., Нікорич В.А. Грунтознавство: підручник. Чернівці : Книги-XXI, 2008. 400 с.
14. Насонкіна Н.Г. Підвищення екологічної безпеки систем питного водопостачання : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук. Донецьк, 2006. 21 с.
15. Орадовская А.Е., Лапшин Н.Н. Санитарная охрана водозаборов подземных вод. М.: Недра, 1987. 167 с.
16. Офіційний сайт Пулинської громади Житомирської області. URL: <https://pulynska-gromada.gov.ua/>.
17. Патица В.П, Макаренко Н.А., Моклячук Л.І. та ін. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів: Монографія. К.: Основа, 2005. 300 с.
18. Пономаренко А.М. Питна вода як значущий фактор інфекційної захворюваності населення України. *Актуальні проблеми транспортної медицини: навколишнє середовище; професійне здоров'я; патологія.* 2008. №4 (14). С. 7-13.
19. Розенфельд А.С. Вода и здоровье (гигиена водоснабжения). Ленинград : Государственное изд-во медицин. литературы, 1963. 32 с.
20. Стабникова Е.В., Телешева С.В., Малиш Н.А., Стабников В.П. Изучение уровня содержания азотных соединений в подземных водах Украины. *Научные работы Украинского государственного университета пищевых технологий.* 2000. №6. С.85–87.
21. Стратегія використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання: у 2 т. / за ред. Е.А.Ставицького, Г.І.Рудька, С.О.Яковлева. Чернівці: Букрек, 2011. Т.1. 348 с.
22. Стратегія використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання: у 2 т. / за ред. Е.А. Ставицького, Г.І. Рудька, С.О.Яковлева. Чернівці : Букрек, 2011. Т.2. 500 с.
23. Стратегія розвитку Пулинської селищної об'єднаної територіальної громади до 2027 року. 2020. 136 с. URL:

https://rada.info/upload/users_files/04347172/78f82a56362a73ac32a2b0c8a7256ea_a.pdf.

24. Сучасні проблеми охорони довкілля, раціонального використання водних ресурсів та очистки природних і стічних вод. Труди міжнародної науково-практичної конференції 20-23 квіт. 2004 р., м. Миргород. / Ред. кол.: А.В. Гриценко та ін. К. : Т-во „Знання”, 2004. 160 с.

25. Таубе П. Р., Баранова А.Г. Химия и микробиология воды: Учебник для студентов вузов. М.: Высшая школа, 1983. 280 с.

26. Тугай А.М., Прокопчук И.Т. Водоснабжение из подземных источников : справочник. К.: Урожай, 1990. 264 с.

27. Фелленберг Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию. М.: Мир, 1997. 232 с.

28. Хвесик М.А., Яроцька О.В. Управління водними ресурсами України. К. : РВПС України НАН України, 2004. 53 с.

29. Хотько Н.И., Дмитриев А.П. Водный фактор в передаче инфекции. Пенза, 2002. 232 с.

30. Шикуча М.К., Гнатенко О.Ф., Петренко Л.Р., Капшик М.В. Охорона ґрунтів: навч. посіб. К. : Т-во «Знання», КОО, 2001. 398 с.

31. Яцик А.В. Водний фактор у збалансованому екобезпечному розвитку України. К. : «Полімед», 2007. 71 с.

32. Bordiug N., Rashchenko A., Feshchenko O., Sargan P. Microbiological assessment of drinking water quality at different stages of water treatment. *Technology Audit and Production Reserves*. 2020. Vol. 2 (3(52)). P. 4–8. DOI: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2020.200023/>.

33. Clancy J.L., Bukhari Z., Hargy T.M., Bolton J.R., Dussert B.W., Marilyn M. Using UV to inactivate cryptosporidium. *J. Am. Water Works Assoc.* 2000, 92, 97.

34. Gerba C.P., Kennedy D. Enteric virus survival during household laundering and impact of disinfection with sodium hypochlorite. *Appl. Environ. Microbiol.* 2007, 73, 4425–4428.

35. Kruithof J.C., Van der Leer R.C., Hijnen W.A. M. Practical experiences with UV disinfection in The Netherlands. *J. Water SRT-Aqua*. 1992, 41, 88–94.
36. Peeters E., Nelis H.J., Coenve T. Evaluation of the efficacy of disinfection procedures against *Burkholderia cenocepacia* biofilms. *J. Hosp. Infect.* 2008, 70, 361–368.
37. Price R.G., Wildeboer D. E. Coli as an Indicator of Contamination and Health Risk in Environmental Waters. July 12th 2017. DOI: 10.5772/67330.
38. Primer for Municipal Wastewater Treatment Systems. <https://www3.epa.gov/npdes/pubs/primer.pdf>
39. Ratnayaka D.D., Brandt M.J., Johnson K.M. Chemistry, Microbiology and Biology of Water. *Water Supply* .2009, 6, 195–266.
40. Rosario-Ortiz F., Rose J., Speight V., von Gunten U., Schnoor J. How do you like your tap water? *Science* 26 Feb 2016. Vol. 351, Issue 6276. P. 912-914. DOI: 10.1126/science.aaf0953.
41. Shrivastava R., Upreti R.K., Jain S.R., Prasad K.N., Seth P.K., Chaturvedi U.C. Suboptimal chlorine treatment of drinking water leads to selection of multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa*. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2004, 58, 277–283.