

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

**КРИСІНСЬКА ДІАНА ОЛЕКСАНДРІВНА**



УДК [502.1-049.5: 628.1] (043.3)

**ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ  
ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ**

Спеціальність 21.06.01 – екологічна безпека

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Львів – 2021

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано на кафедрі екології Чорноморського національного університету імені Петра Могили Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник:** доктор технічних наук, професор,  
Заслужений діяч науки і техніки України  
**Клименко Леонід Павлович,**  
Чорноморський національний університет  
імені Петра Могили,  
ректор, м. Миколаїв

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор  
**Погребенник Володимир Дмитрович,**  
Національний університет «Львівська політехніка»,  
професор кафедри екологічної безпеки та  
природоохоронної діяльності, м. Львів

доктор технічних наук, професор  
**Петрук Роман Васильович,**  
Вінницький національний технічний університет,  
професор кафедри екології та екологічної  
безпеки, м. Вінниця

Захист відбудеться 16 вересня 2021 р. о 12:00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К. 35.052.22 у Національному університеті «Львівська політехніка» за адресою: 79013, м. Львів, пл. Св. Юра, 3/4, VIII корпус НУ ЛП, аудиторія 115.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету «Львівська політехніка» за адресою: 79013, м. Львів, вул. Професорська, 1, і на сайті <https://lpnu.ua/spetsrady/k-3505222>.

Автореферат розіслано «13» серпня 2021 р.

Вчений секретар спеціалізованої  
вченої ради К. 35.052.22,  
д. т. н., доцент



В. В. Сабадаш

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність.** Деградація якості водного середовища та виснаження водних ресурсів є одними з найгостріших проблем сьогодення, оскільки це стосується кожного окремого індивідууму та й усього суспільства в цілому. Роль водних екосистем у соціально-економічному розвитку важко переоцінити. Завдяки своїм унікальним властивостям, вода значно більше, ніж інші природні ресурси, впливає на розвиток та формування людської цивілізації. Вона має ключове значення у формуванні і підтримці життя на Землі, це основна біологічна речовина живих організмів, без якої вони не можуть існувати.

У той же час, за даними доповіді The United Nations World Water Development Report у 2019 році у світі троє людей з десяти позбавлені доступу до якісної питної води. Тому цілком справедливо, що забезпечення екологічної безпеки питного водопостачання є одним з актуальних науково-практичних завдань сьогодення.

В Огляді стану довкілля та ризиків для людей, здійсненому Всесвітнім фондом дикої природи у 2020 році, до найважливіших глобальних ризиків на майбутні десять років віднесено водну кризу.

У звітах і документах Всесвітнього Банку зазначається, що чиста вода належить до ключових чинників економічного розвитку, а погіршення її якості уповільнює економічне зростання, благополуччя населення, негативно впливає на здоров'я людини та призводить до зростання бідності.

Питаннями екологічної безпеки питної води та підвищення надійності систем питного водопостачання у своїх працях займалися: Д. А. Бардина, Т. В. Бойко, С. Л. Василенко, З. М. Гадецька, П. І. Гвоздяк, Л. І. Глоба, М. М. Гіроль, В. В. Гончарук, О. М. Грабовський, С. П. Давидчук, С. С. Душкін, О. Г. Євдокимова, В. В. Зайцев, О. В. Зоріна, А. Б. Качинський, Т. Ф. Козловська, Л. А. Кульський, О. В. Лотоцька, М. С. Мальований, А. В. Мокієнко, В. Г. Петрук, В. Д. Погребенник, Ф. В. Стольберг, Н. Г. Насонкіна, О. А. Ткачук, М. М. Олексієнко, І. О. Рой, Л. Д. Романчук, П. Д. Хоружий, А. В. Яцик та ін.

Екологічна безпека питного водопостачання, відповідно до Закону України «Про національну безпеку України», є стратегічною ціллю держави. Не зважаючи на це, наша держава належить до числа таких, що мають обмежені питні ресурси через підвищений рівень забруднення поверхневих і підземних джерел водопостачання. Особливо актуальною ця проблема є в містах південних областей України, більшість яких використовують для забезпечення господарсько-питних потреб населення води з поверхневих водних джерел. Відповідно, в процесі водопідготовки використовуються хлоровмісні реагенти, що можуть викликати канцерогенні ефекти у людини.

Тому дослідження взаємозв'язку між появою канцерогенних і неканцерогенних проявів у населення внаслідок споживання питної води, оцінювання екологічних ризиків та їх наслідків вважається своєчасним і доцільним. Більше того, з кожним роком ситуація з водопостачанням у містах загострюється, особливо через те, що системи водопроводів морально і

фізично зношені. Необхідно посилювати контроль стану систем водопостачання, зосереджуючи увагу на тому, в яких кількостях і для яких цілей використовується питна вода. Тому оцінювання екологічної безпеки питного водопостачання та пошук шляхів поліпшення якості питної води є актуальним науково-практичним завданням.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертаційне дослідження здійснювалося в рамках виконання науково-дослідної теми (номер державної реєстрації 0112U005117) «Підвищення рівня екологічної безпеки питного водозабезпечення в Миколаївській області» (2010–2013 рр., виконавець), фундаментальної науково-дослідної роботи (номер державної реєстрації 0114U004572) «Теоретичні основи визначення індикаторів та коефіцієнтів вагомості індексів екологічної безпеки в системі сталого розвитку Південного регіону України» (2014–2017 рр., виконавець) та фундаментальної роботи (номер державної реєстрації 0120U101959) «Науково-практичне обґрунтування та визначення стенобіонтного підходу щодо забезпечення національної екологічної безпеки водних екосистем України» (з січня 2020 р., відповідальний виконавець) кафедри екології Чорноморського національного університету імені Петра Могили.

**Мета і завдання дослідження.** Мета дисертаційної роботи полягає у науково-практичному обґрунтуванні та розробленні комплексного підходу до оцінювання рівня екологічної безпеки питного водопостачання з урахуванням екологічних ризиків.

Досягнення поставленої мети забезпечується розв'язанням таких завдань:

- проаналізувати поняття екологічної безпеки питного водопостачання та методи її оцінювання;
- удосконалити існуючі методичні підходи до оцінювання екологічної безпеки питного водопостачання;
- розробити комплексний метод оцінювання рівня екологічної безпеки питного водопостачання з використанням ризик-орієнтовних підходів;
- встановити ефективність застосування запропонованого методу визначення екологічного ризику для оцінювання впливу на здоров'я міського населення від вживання питної води;
- обґрунтувати екологічну необхідність переходу на дуальну (подвійну) систему водопостачання та оцінити ефективність її впровадження в населеному пункті.

**Об'єкт дослідження** – екологічна безпека питного водопостачання.

**Предмет дослідження** – оцінювання рівня екологічної безпеки системи питного водопостачання із застосуванням ризик-орієнтованого методу.

**Методи дослідження.** Для досягнення поставленої мети та розв'язання поставлених завдань використано теоретичні й експериментальні методи. Серед теоретичних методів використовували методи аналізу і синтезу для узагальнення літературних джерел та виявлення основних напрямків досліджень. Методи системного й порівняльного аналізу використано під час вивчення взаємозв'язків у системі питного водопостачання, в процесі аналізу

методик оцінювання екологічної безпеки питного водопостачання та екологічного ризику. Як основний метод дослідження, під час визначення значень ризиків для здоров'я населення використано метод математичного моделювання з реалізацією моделей у програмному забезпеченні *Microsoft Office Excel 2013, Curve Expert*. Дослідження взаємозв'язку між якістю питної води та появою захворювань здійснено методами статистичного аналізу. В лабораторних умовах досліджено якість вод підземних джерел водопостачання мікрорайону міста Миколаєва та відповідність встановлених значень (ДСанПіН 2.2.4-171-10).

**Наукова новизна одержаних результатів:**

- вперше формалізовано та оцінено зв'язок між виникненням онкологічних захворювань у людей і споживанням питної води з підвищеним вмістом хлорорганічних сполук;
- вперше для міст України обґрунтовано використання дуальної системи водопостачання для забезпечення питною водою населення, з метою розподілу води для різних потреб – питних та технічних, що дозволяє підвищити рівень екологічної безпеки питних вод та знизити собівартість технічних;
- вперше обґрунтовано введення поняття «технічна вода» в українські законодавчі документи та стандарти, що стосуються галузі водопостачання, що дозволить диференціювати використання води, особливо тієї, що не відповідає нормативам питних і тим самим створить додатковий механізм екологічної безпеки питного водопостачання;
- набули подальшого розвитку теоретичні засади забезпечення екологічної безпеки питного водопостачання, що, на відміну від існуючих, враховують необхідність мінімізації негативного впливу на здоров'я людини;
- вдосконалено методи оцінювання рівня екологічної безпеки питного водопостачання визначенням меж безпечності екологічного ризику.

**Практичне значення одержаних результатів.** Визначення рівня екологічної безпеки питного водопостачання розробленим методом оцінювання екологічної безпеки питного водопостачання з урахуванням екологічних ризиків дозволило встановити причинно-наслідкові зв'язки впливу якості питної води на організм людини: підтверджено існування залежності між кількістю зафіксованих злоякісних новоутворень та концентрацією хлороформу у питній воді (коефіцієнт кореляції Пірсона 0,66, коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,71$ ).

Одним з важливих результатів дослідження стало обґрунтування необхідності розподілу питної та технічної води у процесі водозабезпечення населення міста за рахунок використання дуальної (подвійної) водопровідної системи.

Практичні рекомендації дисертації використано у роботі підприємств і організацій, а саме: Миколаївське комунальне підприємство «Миколаївводоканал», Управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення Миколаївської міської ради, Управління екології та природних ресурсів Миколаївської обласної державної адміністрації.

Наукові положення та висновки дисертації лягли в основу лекційних курсів «Техноекологія» (тема: «Житлово-комунальне господарство») та

«Системи технологій» (тема «Стратегії сталого розвитку підприємств»), які викладаються у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили для спеціальності 101 «Екологія».

**Особистий внесок.** Здобувачем самостійно встановлено проблематику дослідження, опрацьовано літературні джерела за темою дисертації, проаналізовано існуючі методики визначення екологічного ризику, запропоновано підхід до оцінювання рівня екологічної безпеки питного водопостачання, виконано практичні дослідження та опрацювання отриманих результатів. Планування основних досліджень, постановка задач, формулювання ідей, обґрунтування основних теоретичних положень та висновків дисертації виконано під керівництвом д-ра техн. наук, професора Л. П. Клименка.

**Апробація результатів дослідження.** Основні положення дисертаційного дослідження та практичні результати доповідалися на конференціях різного рівня, а саме: VIII науковій конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Географія, геоекологія, геологія: досвід наукових досліджень» (м. Дніпропетровськ, 11–14 травня 2011 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Природно-ресурсний потенціал збалансованого (сталого) розвитку України», (м. Київ, 19–22 квітня, 2011 р.); Науково-практичній конференції «Ресурси природних вод Карпатського регіону» (м. Львів, 2011 р., 2014 р.); Науково-практичній конференції «Шляхи забезпечення екологічної безпеки населених пунктів України» (м. Миколаїв, 7 червня 2012 р.); VI Міжнародній науковій конференції студентів, магістрантів і аспірантів «Регіональні екологічні проблеми: науково-методичні і прикладні аспекти їх вирішення» (м. Одеса, 9–11 вересня 2013 р.); IV-й Всеукраїнському з'їзді екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology-2013) (м. Вінниця, 25–27 вересня, 2013 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Вчення про ноосферу В. І. Вернадського в науковому, освітянському та інноваційному розвитку сучасного суспільства» (м. Миколаїв 18–19 жовтня 2013 р.); Першому Всеукраїнському молодіжному з'їзді екологів (м. Житомир, 22 травня 2014 р.), XVIII Міжнародній науково-практичній конференції «Екологія. Людина. Суспільство» (м. Київ, 27–29 травня 2015 р.), Консультативній зустрічі щодо визначення стратегічних пріоритетів Програми малих грантів Глобального екологічного фонду на 2015–2018 рр. (м. Київ, 17 вересня 2015 р.); III Міжнародній науково-практичній конференції «Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти» (м. Київ, 28–30 жовтня 2015 р.); II Міжнародній науково-практичній конференції «Водокористування: технології; споруди; менеджмент» (м. Київ, 2–4 грудня 2015 р.); VI Миколаївських міських екологічних читаннях «Збережемо для нащадків» (м. Миколаїв, 2013 р., 2020 р.); Щорічних науково-методичних конференціях «Могилянські читання» (м. Миколаїв, 2009–2013, 2016, 2019, 2020 рр.); Міжнародних науково-практичних конференціях «Ольвійський форум: Пріоритети України в геополітичному просторі» (м. Севастополь, 2012 р., м. Ялта, 2013 р., м. Миколаїв, 2016, 2019, 2020 рр.), 6-му Між-

народному конгресі «Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування» (м. Львів, 2020 р.).

**Публікації.** Основні положення дисертації опубліковано у 32 наукових працях, з яких: одна стаття у виданні, що індексується міжнародною наукометричною базою даних Scopus, 6 статей у наукових фахових виданнях України з технічних наук, 2 статті у періодичних наукових виданнях інших держав; 1 – матеріали колективної монографії, 22 – тези доповідей та матеріалів міжнародних та всеукраїнських конференцій.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертаційна робота містить вступ, чотири розділи, висновки, перелік використаних джерел і додатків. Загальний обсяг роботи становить 174 сторінки. Дисертаційна робота містить 19 таблиць та 42 рисунки, 188 найменувань переліку джерел посилання на 21 сторінці та 7 додатків.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, відображено її зв'язок з науковими планами та програмами, ступінь розроблення наукового завдання, визначено мету, завдання, об'єкт та предмет дослідження, наукову новизну, теоретичну й практичну цінність одержаних результатів, наведено дані про апробацію результатів дисертації, інформацію щодо публікацій за результатами дослідження, зазначено особистий внесок здобувача, структуру та обсяг роботи.

У **першому розділі** виконано аналіз вітчизняних та закордонних літературних джерел сучасного стану та тенденцій розвитку систем питного водопостачання. Досліджено основні причин порушення екологічної безпеки питного водопостачання та виникнення ризиків у галузі.

Обґрунтовано важливість ролі безпеки питного водопостачання як складової процесу гарантування національної безпеки держави та її значення на шляху до реалізації цілей сталого розвитку людства. Доведено, що зниження рівня екологічної безпеки питного водопостачання спричинено високим рівнем забруднення водних об'єктів, що є джерелами питної води, недостатньою ефективністю існуючих технологій водопідготовки і водопостачання, а також нераціональним використанням прісної води як ресурсу.

Проаналізовано особливості сучасної структури використання прісної води та виявлено, що на одного жителя планети в середньому приходится 13–14 тис. м<sup>3</sup> прісної води в рік, що в реальному розрахунку використовуються для потреб сільського господарства та промисловості. Представлено порівняний аналіз структури використання води в домогосподарствах різних країн, який свідчить, що для питних потреб, приготування їжі людиною використовується лише 15 % від водопровідної питної води.

Встановлено, що використання значної кількості питної водопровідної води, яка витрачається на одну особу в домогосподарствах різних країн (до 600 л/добу), призводить до загострення проблеми дефіциту прісної води у світі.

Україна належить до числа країн з обмеженими водними ресурсами, річний запас водних ресурсів на душу населення один із найменших на Європейському континенті.

Досліджено процес вторинного забруднення питної води у мережах та представлено аналіз даних розподілу труб за матеріалом у водопровідній мережі України. Виявлено, що однією з основних причин погіршення якості питної води є її проходження через застарілі водопроводи, виготовлені зі сталі та чавуну.

Доведено, що українська чинна система аналізу і контролю нормованих показників якості питної води, яка заснована на диференційованому визначенні їх концентрації та зіставленні з нормованими значеннями, є недостатньо ефективною, оскільки не враховує негативні ефекти для організму людини внаслідок проявів наслідків небезпеки у вигляді хвороб, інвалідності, смертності тощо.

**У другому розділі** проаналізовано сучасні методи оцінювання рівня екологічної безпеки. Обґрунтовано територіальні межі та теоретико-методологічні основи дисертаційного дослідження.

Залежно від об'єкту, вплив на який вивчається, сучасні методи оцінювання екологічної безпеки поділяють на антропоцентричні, біоцентричні та комплексні. Для оцінювання рівня екологічної безпеки питного водопостачання було обрано антропоцентричний метод. Приклади застосування антропоцентричного методу оцінювання описано в наукових статтях Н. В. Караєвої, О. В. Лотоцької, В. О. Прокопова, В. Г. Петрука, Л. Д. Романчука, І. О. Роя та ін.

У нашому дослідженні антропоцентричний метод розширено до визначення екологічного ризику як головного показника екологічної безпеки питного водопостачання.

В англійській літературі здійснено розподіл понять ризиків погіршення здоров'я людини (human health risk) і ризиків порушення стану природного навколишнього середовища (environmental risk). У російсько- та україномовній літературі ці поняття об'єднано за загальною назвою «екологічний ризик», оскільки стан природного навколишнього середовища оцінюють за впливом його змін на здоров'я та благополуччя людини.

Головною проблемою наукового визначення поняття «ризик» є його комплексний характер, складність врахування всіх чинників, що спричиняють виникнення загроз, та аналіз всіх наслідків, до яких вони можуть призвести. За визначенням Всесвітньої організації охорони здоров'я, ризик – це очікувана ймовірність того, що виявлений небезпечний чинник заподіє шкоду певним групам населення в певний проміжок часу, з урахуванням масштабів цієї шкоди і/або наслідків.

Екологічний ризик характеризуємо трьома аспектами: ймовірністю, наслідками реалізації ризику і важливістю наслідків.

Звідси ризик можна виразити у вигляді формули:



$$R = F \times C, \quad (1)$$

де  $F$  – частота подій;  
 $C$  – наслідки.

Оцінювання ризику для здоров'я людини – це кількісна та якісна характеристика шкідливих ефектів, здатних розвинути в результаті дії чинників середовища на людину або групу людей.

Для здійснення комплексного оцінювання екологічної безпеки питного водопостачання (Ecological Safety of Drinking Water Supply) пропонуємо визначати екологічний ризик як показник виникнення захворювань канцерогенного, неканцерогенного походження, розглядаючи наслідки впливів окремо, не об'єднуючи їх.

$$ESDWS = f(R_c, R_{nc}), \quad (2)$$

де  $ESDWS$  – екологічна безпека питного водопостачання;

$R_c, R_{nc}$  – ризики канцерогенного та неканцерогенного походження.

Розрахунок канцерогенного ризику проводимо за формулою:

$$R_c = SF_o \times ADD, \quad (3)$$

де  $R_c$  – ймовірність розвитку канцерогенних ефектів;

$SF_o$  – величина потенціалу канцерогенного ризику за перорального надходження тієї чи іншої канцерогенної сполуки (кг/мг-доба);

$ADD$  – середньодобова доза шкідливої речовини (мг/дм<sup>3</sup>).

Межі канцерогенного ризику визначають так:

- неприйнятний – рівень ризику більше ніж  $10^{-6}$ ;
- прийнятний – від  $10^{-6}$  до  $10^{-8}$ ;
- безумовно прийнятний – рівень ризику менше ніж  $10^{-8}$ .

Для визначення неканцерогенного ризику застосовуємо:

$$R_{nc} = 1 - \exp(\ln(0,84) / MPC \times C_s) \times C_r, \quad (4)$$

де  $R_{nc}$  – ймовірність розвитку токсичних ефектів;

$C_s$  – концентрація речовини у питній воді, мг/дм<sup>3</sup>;

$MPC$  – гранично допустима концентрація, мг/дм<sup>3</sup>;

$C_r$  – коефіцієнт запасу.

Межі неканцерогенного ризику визначаються так:

- 0–0,020 – прийнятний;
- 0,021–0,160 – задовільний;
- 0,161–0,500 – незадовільний;
- 0,501–0,840 – небезпечний;
- 0,841–1 – надзвичайно небезпечний.

Причиною виникнення ризиків від споживання питної води можуть бути такі чинники, які призводять до погіршення її якості, а саме: забруднення водних об'єктів, що є джерелами питного водопостачання, застарілі технології водопідготовки, недотримання технологій на підприємствах водопостачання, зношеність мереж водопостачання, погодинне водопостачання та ін.

Рівень екологічної безпеки питного водопостачання як такий, що не загрожує здоров'ю людини, визначатиметься межами ризиків:

$$10^{-8} \leq R_c \leq 10^{-6} \text{ або } 0,161 \leq R_{nc} \leq 0,160$$

Отже, новизна запропонованого методу оцінювання рівня екологічної безпеки питного водопостачання полягає у тому, що в результаті отримуємо не тільки число, яке показує перевищення нормативу ГДК певної речовини в питній воді, а комплексне значення, яке характеризуватиме вплив на людину.

На основі запропонованого методу розроблено блок-схему алгоритму оцінювання рівня екологічної безпеки питного водопостачання (рис. 1).



Рис. 1. Алгоритм оцінювання рівня екологічної безпеки питного водопостачання

Головним кроком оцінювання рівня екологічної безпеки питного водопостачання є визначення меж ризику, а саме в межах діапазону «безпечно» або поза межами – «небезпечно».

У випадку безпечного результату оцінювання – система та її складові знаходяться в стані, який дозволяє продовжити роботу підприємства та експлуатацію водного об'єкта, що є джерелом питної води.

У випадку небезпечного – необхідно діяти таким чином, починаючи від визначення характеру наслідків небезпеки, приймати рішення щодо заміни технологій водоочищення, внесення додаткових економічних витрат та переходу до відповідних управлінських рішень. Після реалізації зазначених дій, повторно провести оцінку ризиків до того часу, поки не буде досягнуто результату «безпечно».

У третьому розділі подано результати польових досліджень якості питної води та оцінювання екологічної безпеки питного водопостачання в місті.

Досліджено відповідність показників якості водопровідної води в місті Миколаєві (близько 30 показників за період з 2003–2018 рр.) чинним галузевим стандартам питного водопостачання в Україні. Джерелом питної води для жителів м. Миколаєва є річка Дніпро, основний метод знезараження – подвійне хлорування рідким (або газоподібним) хлором.

Виявлено, що за досліджуваний період існувало постійне перевищення нормативів допустимих концентрацій, що встановлені ДержСанПіН 2.2.4-171-10 за такими показниками, як: перманганатна окиснюваність – 1,8 ГДК (рис. 2), нітрити – 3 ГДК, нікель – 5 ГДК, залишковий хлор – 1,5 ГДК (рис. 3).

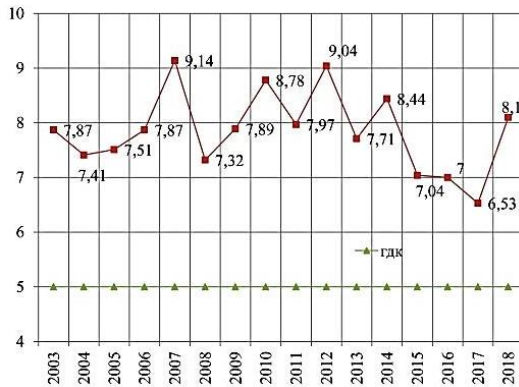


Рис. 2. Динаміка середньорічного значення концентрації перманганатної окиснюваності у водопровідній воді, мг/дм<sup>3</sup>

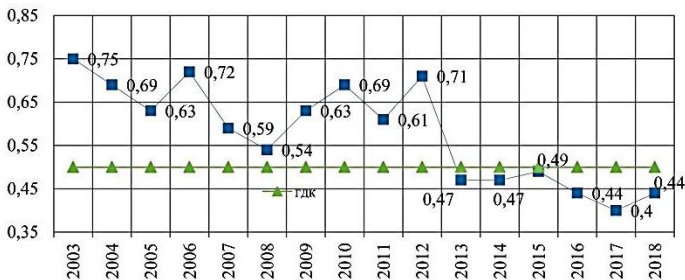


Рис. 3. Динаміка середньорічного значення концентрації залишкового хлору у водопровідній воді, мг/дм<sup>3</sup>

Використовуючи формулу розрахунку канцерогенного ризику (3), визначено ризик для жителів міста Миколаєва, що може бути спричинений якістю питної води: вмістом у водопровідній воді хлороформу, який утворюється внаслідок підвищеного вмісту органічних речовин у вихідній воді (табл. 1).

Ризик виникнення онкологічних захворювань населення

Рік	Середньорічна концентрація хлороформу у водопровідній воді, мг/дм <sup>3</sup>	Середньодобова доза хлороформу мг/кг	Індивідуальний ризик
2007	0,33	0,0141	$4,4 \cdot 10^{-4}$
2008	0,36	0,0154	$4,8 \cdot 10^{-4}$
2009	0,38	0,0163	$5,0 \cdot 10^{-4}$
2010	0,39	0,0167	$5,2 \cdot 10^{-4}$
2011	0,40	0,0171	$5,3 \cdot 10^{-4}$
2012	0,42	0,0180	$5,6 \cdot 10^{-4}$
2013	0,45	0,0193	$6,0 \cdot 10^{-4}$
2014	0,57	0,0244	$7,6 \cdot 10^{-4}$
2015	0,61	0,0261	$8,1 \cdot 10^{-4}$
2016	0,68	0,0291	$9,0 \cdot 10^{-4}$
2017	0,70	0,0300	$9,3 \cdot 10^{-4}$

Появу злоякісних новоутворень часто пов'язують з використанням такої технології водопідготовки, як хлорування. Для встановлення достовірності цього припущення було проаналізовано інформацію щодо зареєстрованих злоякісних новоутворень, що зафіксована у щорічних бюлетенях Національного канцер-реєстру «Рак в Україні» за період 2002–2017 рр.

Встановлено, що існує залежність між кількістю зафіксованих злоякісних новоутворень та концентрацією хлороформу у питній воді: коефіцієнт кореляції Пірсона – 0,66, коефіцієнт детермінації – 0,7067 (рис. 4).

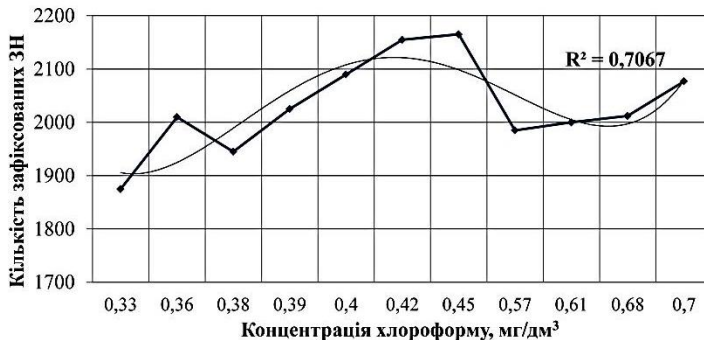


Рис. 4. Графік залежності між кількістю зафіксованих злоякісних новоутворень і концентрацією хлороформу у питній воді

Використовуючи формулу розрахунку неканцерогенного ризику (4), проведено розрахунки ризику для здоров'я населення міста Миколаєва за показниками, значення яких періодично перевищує ГДК (табл. 2).

Значення неканцерогенного ризику водопровідної води

Рік	Потенційний ризик, доля одиниці		
	Перманганатна окиснюваність	Залізо	Нітрити
2003	0,936	0,552	0,649
2004	0,924	0,594	0,484
2005	0,927	0,641	0,002
2006	0,936	0,596	0,006
2007	0,959	0,554	0,251
2008	0,922	0,455	0,008
2009	0,936	0,602	0,012
2010	0,953	0,706	0,007
2011	0,938	0,602	0,011
2012	0,957	0,697	0,011
2013	0,932	0,705	0,022
2014	0,947	0,839	0,014
2015	0,914	0,705	0,014
2016	0,912	0,692	0,016
2017	0,897	0,705	0,011
2018	0,941	0,729	0,014

Встановлено, що значення неканцерогенного ризику водопровідної води знаходиться в межах небезпечного і надзвичайно небезпечного (рис. 5).

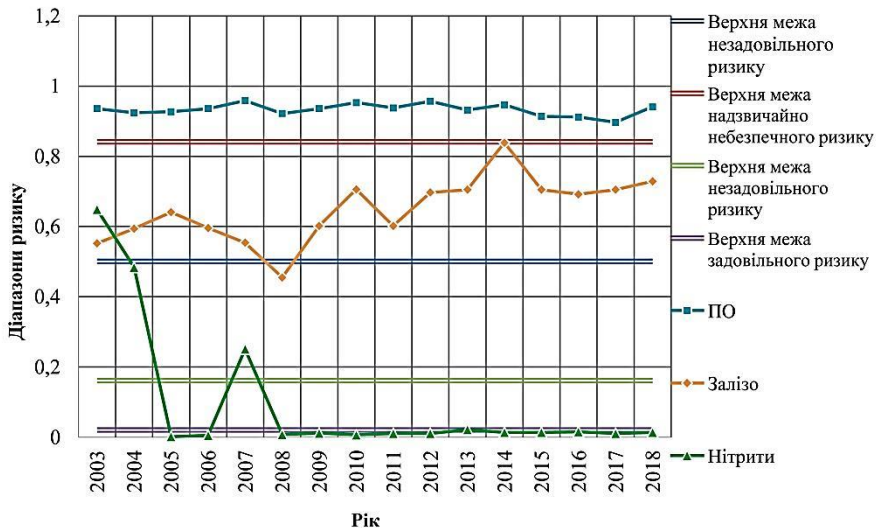


Рис. 5. Графік встановлених ризиків неканцерогенного походження

У лабораторних умовах, на базі Миколаївської регіональної державної лабораторії Держпродспоживслужби, проаналізовано якість підземних джерел питного водопостачання в мікрорайоні міста Миколаїв Варварівка за такими показниками, як: рН, мінералізація, жорсткість, ПО, залізо, нітрити, хлориди, сульфати.

Виявлено перевищення нормативів допустимих концентрацій, що встановлені ДержСанПіН 2.2.4-171-10 за деякими досліджуваними показниками у всіх зразках. Найбільше перевищення за вмістом хлоридів – до 6,5 ГДК (рис. 6), жорсткості води – до 6 ГДК (рис. 7), мінералізації – до 5 ГДК (рис. 8) та сульфатів – до 2 ГДК (рис. 9).

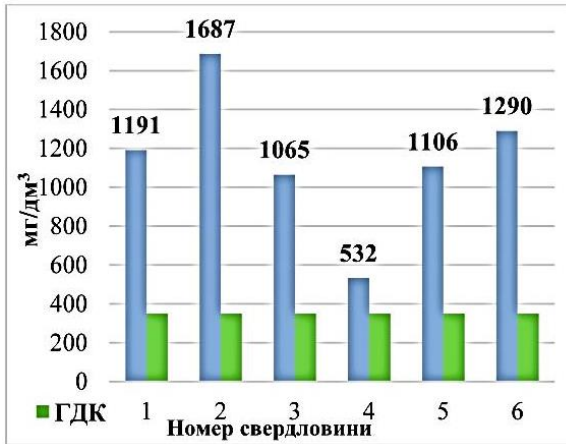


Рис. 6. Вміст хлоридів у підземних водах мікрорайону Варварівка

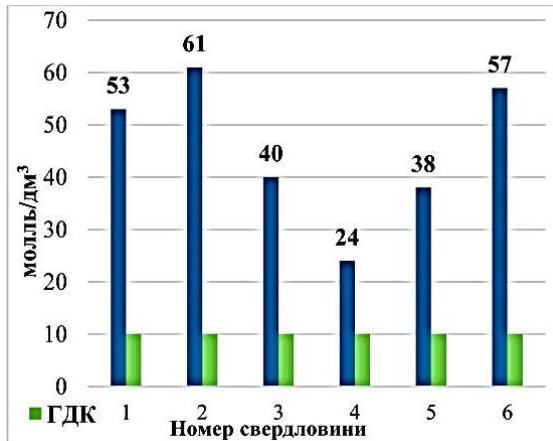


Рис. 7. Жорсткість підземних вод у мікрорайоні Варварівка

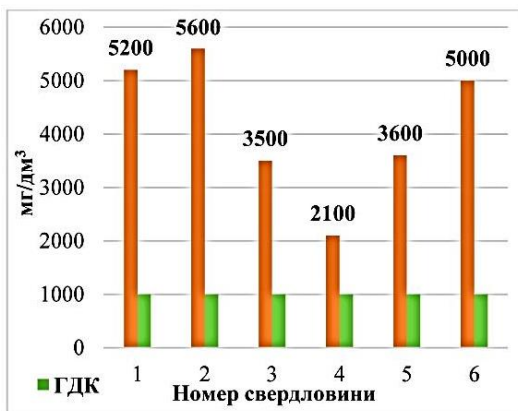


Рис. 8. Мінералізація підземних вод у мікрорайоні Варварівка

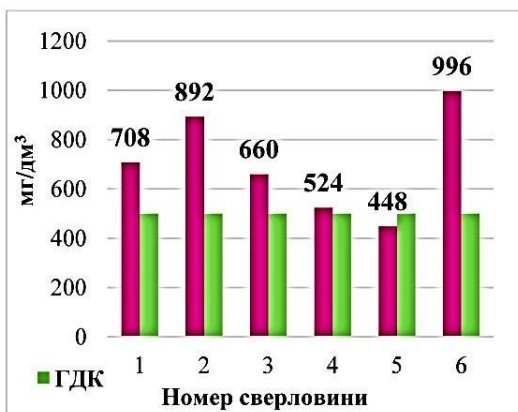


Рис. 9. Вміст сульфатів у підземних водах у мікрорайоні Варварівка

Встановлено, що за результатами аналізу даних лабораторних досліджень показників якості водопровідної води, води з підземних джерел та за підсумковими значеннями розрахунку ризику система питного водопостачання в місті Николаєві знаходиться в такому стані, який може становити загрозу здоров'ю населення.

Окрім того, дані аналізу зразків підземних вод віддаленого мікрорайону міста показали, що вода, відібрана у більшості досліджуваних пунктів, належить до дуже твердої. Зафіксовано жорсткість більше  $40 \text{ ммоль/дм}^3$ , тому таку воду не можна вживати не тільки для питних потреб, а й для технічних.

**Четвертий розділ присвячено** альтернативним підходам у галузі питного водопостачання як основи підвищення екологічної безпеки.

Доведено, що підвищення екологічної безпеки питного водопостачання можливе через вирішення проблеми нерационального використання прісної води та зменшення вторинного забруднення питної води у розподільчих мережах. Найважливішим рішенням має стати перехід до альтернативної системи водопостачання (рис. 10).



Рис. 10. Схема традиційного та альтернативного підходу до організації водопостачання

Під альтернативною системою водопостачання слід вважати дуальну (подвійну) систему. Зміна традиційних підходів у галузі питного водопостачання на подвійні водопроводи дозволить отримати такі переваги та результати:

- оптимізувати розподіл води у мережі та врегулювати ситуацію з величезними об'ємами питної води, яка використовується як для питних потреб, так і технічних цілей домогосподарств;
- зменшити об'єми реагентів для підготовки питної води та здійснити перехід до більш безпечних методів знезараження – використання ультрафіолетового випромінювання, озонування та ін.;
- здійснити повну заміну систем трубопроводів, адже мережі водопостачання, що використовуються в більшості українських міст, мають високий коефіцієнт зношеності, що призводить до втрат води у мережах в середньому від 30–40 %.

Екологічну ефективність використання дуальних подвійних систем водопостачання доведено практичним використанням їх в домашніх господарствах Німеччини, США, Китаю, Малайзії, Індії та ін. (рис. 11). Проте в більшості випадків, під існуючими дуальними системами мають на увазі системи водопостачання будинків, що містять окрім основної водопровідної мережі другу, через яку відбувається повторне використання так званої «сірої» води, або дощової для технічних потреб.

У контексті реалізації альтернативної дуальної системи водопостачання у дисертації запропоновано розділити мережі для постачання питної води та технічної.



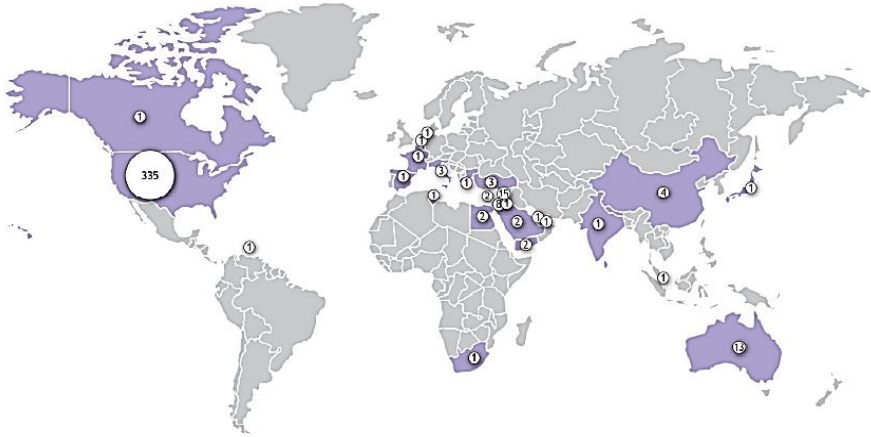


Рис. 11. Розміщення подвійних дуальних систем водопостачання у світі

Аналізуючи дані середньої вартості на різні типи питної води в Україні на початок 2021 року та дані тарифу на водопостачання 53 постачальників питної води в Україні, що опубліковано на сайті Міністерства фінансів України, встановлено, що середня вартість водопровідної води за 1 м<sup>3</sup> з ПДВ становить 16,6 грн, тобто лише 0,02 грн/л (табл. 3).

Таблиця 3

Вартість питної води в Україні

Тип питної води	Ціна, грн/л
Водопровідна вода	0,02
Бутильована артезіанська	2,4–4,8
Вода очищена бутильована «Аляска»	6,67
Вода очищена «Маляtko»	7,42
Вода мінеральна бутильована «Моршинська»	7,94

Необхідно розуміти, що до головних складових тарифу на водопровідну воду входить вартість електроенергії та оплата праці. Складовими, які є основою забезпечення виготовлення готового продукту, є безпосередньо вода з водного об'єкта, реагенти, електроенергія, що сукупно складають трохи більше 40 % відсотків від вартості оплати за централізоване водопостачання (рис. 12).

Тобто зменшення об'ємів водопровідної води, яку дійсно буде використано лише для питних потреб, не може суттєво змінити ситуацію зі зменшенням загальних об'ємів використання прісної води. Проте в цілому буде реорганізовано господарчий комплекс підприємств водопостачання – різні підходи до водопідготовки, що дозволить використовувати для підготовки питної води дорожчі і безпечніші технології. Вирішення

проблеми дефіциту прісних вод можливе лише у випадку приєднання до загальної водопровідної мережі технічної води, систем збору атмосферних опадів та повного оборотного використання стічних вод.

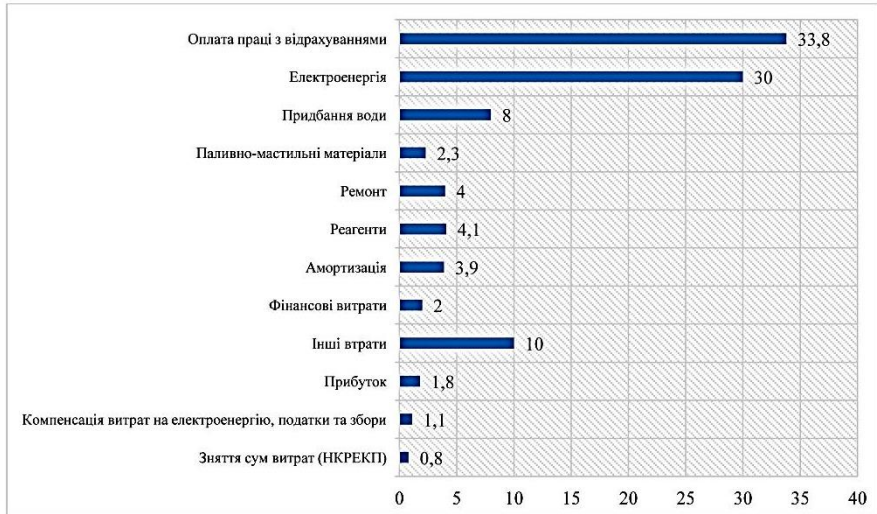


Рис. 12. Структура тарифу на централізоване водопостачання

Обґрунтовано, що за орієнтування на економічну ефективність впровадження дуальної подвійної системи водопостачання в Україні, її реалізація можлива лише у довгостроковій перспективі, адже прокладання нових подвійних систем водоводів – процес тривалий і економічно затратний. Враховуючи існуючі пріоритети галузей народного господарства, що мають суто економічний характер, Україна зможе перейти до альтернативного підходу в галузі водопостачання лише після реального збільшення загострення дефіциту прісної води.

Встановлено, що в українському чинному законодавстві визначення поняття «вода технічна» прописано в єдиному документі, а саме – у Наказі Міністерства транспорту України від 2 серпня 1999 року № 393 «Про затвердження Правил користування системами водопроводу та каналізації на залізничному транспорті України». В наказі поняття трактується так: «Вода технічна – це вода, яка за якістю не є питною, але відповідає вимогам, що пред'являються до води відповідного технологічного процесу».

Запропоновано для закладення основ реалізації переходу на подвійну систему водопостачання в місті першочергово затвердити поняття «технічна вода» в головних державних документах, що регламентують галузь водопостачання, в такій редакції: «Технічна вода – це вода, окрім питної,

мінеральної, промислової, що використовується для побутових цілей та різних технічних потреб у домогосподарствах населених пунктів, в тому числі очищена оборотна».

## ВИСНОВКИ

У дисертації подано розв'язання актуального науково-практичного завдання, що полягає у розробленні комплексного методу оцінювання рівня екологічної безпеки питного водопостачання з використанням ризик-орієнтованого підходу.

Найважливіші наукові та практичні результати, які одержано в дисертації:

1. Доведено, що українська чинна система аналізу і контролю нормованих показників якості питної води, заснована на диференційованому визначенні їх концентрації та зіставленні з нормованими значеннями, є недостатньо ефективною, оскільки не враховує негативні ефекти для організму людини внаслідок проявів наслідків небезпеки (захворюваність, інвалідність, смертність тощо).

2. На основі синтезу існуючих вітчизняних та міжнародних методів оцінювання ризику запропоновано комплексний метод оцінювання рівня екологічної безпеки питного водопостачання, який враховує ризики канцерогенного та неканцерогенного походження. Діапазони екологічної безпеки питного водопостачання визначають межі ризику, що не загрожує здоров'ю людини:  $10^{-8} \leq R_c \leq 10^{-6}$  – для канцерогенних речовин,  $0,161 \leq R_{nc} \leq 0,160$  – для неканцерогенних речовин.

3. Встановлено існування екологічного ризику канцерогенного походження для здоров'я жителів міста Миколаєва, що може бути спричинений якістю питної води. Доведено існування залежності між кількістю зафіксованих злоякісних новоутворень та концентрацією хлороформу у питній воді: коефіцієнт кореляції Пірсона – 0,66, коефіцієнт детермінації – 0,7067.

4. Розроблено алгоритм визначення рівня екологічної безпеки питного водопостачання та запропоновано для її оцінювання використовувати два рівня оцінювання безпеки – «безпечний» та «небезпечний». У випадку безпечного результату оцінювання – система та її складові знаходяться в стані сталого розвитку. У випадку небезпечного – необхідно приймати рішення щодо заміни технологій, управління та додаткових економічних витрат, завершуючи повторною оцінкою ризиків до того часу, поки не буде досягнуто результату «безпечно».

5. Доведено, що вирішення проблеми нераціонального використання прісної води можливе за умови переходу до альтернативної системи водопостачання, що включатиме дві окремі водопровідні мережі – для питної води та технічної, що використовуватиметься для побутових потреб. Це дозволить:

- оптимізувати розподіл води для питних, побутових та технічних потреб, врегулювати ситуацію з величезними об'ємами питної води. Більше ніж 80 % питної водопровідної води використовується як для побутових цілей, так і технічних потреб;

– зменшити об'єми реагентів для підготовки питної води та здійснити перехід до більш безпечних методів знезараження без використання хлоромісних сполук;

– зменшити втрати на 30–40 % питної води в процесі транспортування – здійснити повну заміну систем трубопроводів.

6. Запропоновано для реалізації переходу на альтернативну подвійну систему водопостачання в місті, окрім технічних рішень, першочергово затвердити поняття «технічна вода» в головних державних документах, що регламентують галузь водопостачання, в такій редакції: «**Технічна вода** – це вода, окрім питної, мінеральної, промислової, що використовується для побутових цілей та різних технічних потреб у домогосподарствах населених пунктів, в тому числі очищена оборотна».

7. Результати дисертаційної роботи впроваджено в Миколаївському комунальному підприємстві «Миколаївводоканал», Управлінні з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення Миколаївської міської ради, Управлінні екології та природних ресурсів Миколаївської обласної державної адміністрації та у навчальний процес підготовки фахівців за спеціальністю 101 «Екологія» у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили.

## СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

*Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:*

1. Bezsonov Y., Muntian L., **Krysinska D.** Hydrological-stenobiontic method for determining environmental flows from reservoir «Eastern-European Journal of Enterprise Technologies» (№ 2/10(110).2021): Ecology, P. 18–26 (НМБ Scopus). (фахове видання, НМБ Scopus) *Особистий внесок – проаналізовано значення біоцентричного методу оцінювання стану водних об'єктів.*

2. **Крисінська Д. О.**, Клименко Л. П. Експериментальні дослідження якості питної води та оцінювання екологічної безпеки питного водопостачання. *Науковий вісник* : збір. наук. праць / гол. ред. Я. І. Соколовський. Львів, 2021. Т. 31, № 1. С. 147–151. (фахове видання) *Особистий внесок – проведення експериментальних досліджень.*

3. **Крисінська Д. О.**, Клименко Л. П. Зміна структури споживання питної води як основа вирішення проблеми екологічної безпеки питного водопостачання. *Екологічні науки* : наук.-практ. журнал / гол. ред. О. І. Бондар. Київ : ДЕА, 2019. № 2 (25). С. 133–137. (фахове видання.) *Особистий внесок – проведення статистичного аналізу даних структури водоспоживання домогосподарств різних країн.*

4. **Крисінська Д. О.** Визначення потенційного ризику як основного показника оцінювання якості питної води. *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки* : наук.-техн. зб. / гол. ред. О. С. Волошкіна. Київ : КНУБА, 2015. Вип. 25. С. 137–143. (фахове видання).

5. **Крисінська Д. О.** До проблеми вдосконалення вітчизняної нормативно-правової бази в галузі питного водопостачання як одного з основних чинників підвищення екологічної безпеки питної води. *Наукові праці. Серія : Екологія* : наук.-метод. журнал. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2012. Т. 203. Вип. 191. С. 59–62. (фахове видання).

6. **Крисінська Д. О.** До перспектив раціоналізації використання прісної води в Миколаївській області. *Наукові праці. Серія : Техногенна безпека* : наук.-метод. журнал. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2012. Т. 187. Вип. 175. С. 49–55. (фахове видання).

7. **Крисінська Д. О.** Екологічно безпечне водокористування в Північному Причорномор'ї: аналіз проблеми та шляхи вирішення. *Наукові праці. Серія : Техногенна безпека* : наук.-метод. журнал. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2011. Т. 163. Вип. 151. С. 91–95. (фахове видання).

#### ***Статті у періодичних наукових виданнях інших держав***

8. Klymenko L. P., **Krysinska D. O.** The Process of Assessing the Environmental Safety of Drinking Water Supply. *Environment, Resource and Ecology Journal* : international periodic scientific journal. Canada, 2021. Vol. 5. Issue 1. P. 1–5. *Особистий внесок – формулювання ідеї візуалізації та реалізації процесу визначення екологічної безпеки питного водопостачання.*

9. **Krysinska D. O.** Analysis of world experience in implementing dual (double) drinking water supply systems. *Modern Engineering and Innovative Technologies* : international periodic scientific journal. Germany, 2021. Issue № 16.3. P. 112–116.

#### ***Колективна монографія***

10. **Krysinska D. O.,** Klymenko L. P. Use (exploitation) of dual (double) water supply systems as a way to rationalize the use of drinking water. *Water Security* : Monograph. Issue 2. – Миколаїв : PMBSNU – Bristol : UWE, 2021. – P. 154–163. *Особистий внесок – проаналізовано міжнародний досвід впровадження дуальних систем водопостачання.*

#### ***Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації***

1. **Крисінська Д. О.** Проблема екологічно безпечного водокористування в Північному Причорномор'ї. *Географія, геоекологія, геологія: досвід наукових досліджень* : матеріали VIII наук. конф. студентів, аспірантів і молодих вчених / за ред. проф. Л. І. Зеленської. Київ : ДНВП «Картографія», 2011. Вип. 8. С. 123–125.

2. **Крисінська Д. О.** Екологічна оцінка стану систем питного водопостачання Північного Причорномор'я. *Природно-ресурсний потенціал збалансованого (сталого) розвитку України* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 19–22 квіт. 2011 р. Київ : Центр екологічної освіти та інформації, 2011. Тези у 2 т. Т. 1. С. 321.

3. Воскобойнікова Н. О., **Крисінська Д. О.** Перспективи вирішення проблеми питного водопостачання в мікрорайоні м. Миколаїв Велика Корениха. *Наукові праці. Серія : Екологія* : наук.-метод. журнал. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2010. Т. 132. Вип. 119. С. 85–88.

4. **Крисінська Д. О.** Проблема раціоналізації використання прісної води в Миколаївській області. *Шляхи забезпечення екологічної безпеки населених пунктів України* : зб. матеріалів до наук.-практ. конф., м. Миколаїв, 7 черв. 2012 р. / Департамент ЖКГ, ВГО «Еколого-Аудиторська Палата України». Миколаїв : ФОП Ємельянова Т. В., 2012. С. 73–77.

5. **Крисінська Д. О.** Раціональне використання питної води – стратегії та реальність. *Ресурси природних вод Карпатського регіону. Проблеми охорони та раціонального використання* : зб. наук. статей XI міжнар. наук.-практ. конф. Львів : ЛьвЦНТЕІ, 2012. С. 97–102.

6. **Крисінська Д. О.** Аналіз ризику для здоров'я населення м. Миколаїв при вживанні питної води з підвищеним вмістом ХОС. *Ольвійський форум – 2013: стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі* : тези міжнар. наук.-метод. конф., м. Ялта, 5–9 черв. 2013 р. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. Т. 2. С. 17–22.

7. **Крисінська Д. О.** Дослідження жорсткості підземних вод в мікрорайонах м. Миколаєва. *Регіональні екологічні проблеми: науково-методичні і прикладні аспекти їх вирішення* : VI міжнар. наук. конф. студентів, магістрантів і аспірантів, м. Одеса, 9–11 верес. 2013 р. Одеса, 2013. С. 144–148.

8. **Крисінська Д. О.** Значення ноосферної концепції Вернадського при зменшенні антропогенного навантаження на водні ресурси. *Вчення про ноосферу В. І. Вернадського в науковому, освітянському та інноваційному розвитку сучасного суспільства* : тези міжнар. наук.-практ. конф. Миколаїв : МКУ, 2013. С. 59–60.

9. **Крисінська Д. О.** Аналіз альтернативи покращення якості питної води в м. Миколаїв. *Збережемо для нащадків* : матеріали VI Миколаївських міських екологічних читань, м. Миколаїв, 21–22 листоп. 2013 р. / Управління охорони навколишнього середовища та благоустрою департаменту ЖКГ Миколаївської міської ради, Міський центр екологічної інформації та культури та ін. / уклад. І. Б. Чернова. Миколаїв : ФОП Ємельянова Т. В., 2013. С. 35–38.

10. **Крисінська Д. О.** Проблема підвищеного вмісту хлорорганічних сполук в питній воді м. Миколаєва. *IV-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology-2013)* : зб. наук. статей, м. Вінниця, 25–27 верес. 2013 р. Вінниця : ДІЛО, 2013. С. 101–104.

11. **Крисінська Д. О.,** Воскобойнікова Н. О. Алгоритм визначення екологічного ризику в системі екологічної безпеки питного водопостачання. *Ресурси природних вод Карпатського регіону. Проблеми охорони та раціонального використання* : зб. наук. статей Тринадцятої міжнар. наук.-практ. конф. Львів : ЛьвДЦНІ, 2014. С. 29–32.

12. **Крисінська Д. О.** До питання модернізації технологій водоочищення на МКП «Миколаївводоканал». *Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування* : збірник матеріалів 3-го Міжнародного конгресу, м. Львів : Вид-во ТзОВ «ЗУКЦ», 2014. С. 111.

13. **Крисінська Д. О.** Динаміка якості питної води в м. Миколаєві. *Екологічний вісник* : наук.-популяр. екологічний журнал. 2015. № 3 (90). С. 19–20.

14. **Крисінська Д. О.** Оцінка якості питної води шляхом визначення потенційних ризиків для здоров'я людини. *Екологія. Людина. Суспільство* : зб. тез доп. XVIII міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 27–19 трав. 2015 р. / уклад. Д. Е. Бенатов. Київ : НТУУ «КПІ», 2015. С. 103–104.

15. **Крисінська Д. О.** Поняття потенційного ризику як основний показник якості питної води. *Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти* : матеріали III міжнар. наук.-практ. конф. / уклад. Г. Собчук, В. Жукова. Київ : НТУУ «КПІ», 2015. С. 123–126.

16. **Крисінська Д. О.** Протиріччя між існуючими державними програмами в галузі питного водопостачання та змістом поняття екологічна безпека питної води. *Екологічна безпека держави* : тези доп. X всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і студентів, м. Київ, 21 квіт. 2016 р. Київ : НАУ, 2016. С. 65–67.

17. **Крисінська Д. О.** Перспективи вирішення проблеми забезпечення якісною питною водою населення Миколаєва. *Ольвійський форум – 2016: стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі* : зб. тез міжнар. наук.-практ. конф., м. Миколаїв, 9–12 черв. 2016 р. Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2016. С. 71–73.

18. **Крисінська Д. О.** Імплементация екологічних аспектів Угоди про асоціацію між Україною та ЄС як головний фактор екологічної безпеки України. *Екологічна безпека поселення та регіону як основа державної безпеки* : зб. матеріалів наук.-практ. конф., м. Миколаїв, 23–24 листоп. 2016 р. Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2016. С. 88–90.

19. Клименко Л. П., **Крисінська Д. О.** Поняття «потенційного ризику» в українському та європейському водному законодавстві. *Могілянські читання – 2018: Досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні: глобальний, національний та регіональний аспекти* : зб. тез наук.-метод. конф., м. Миколаїв, 12–17 черв. 2018 р. Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2018. С. 15–18.

20. Клименко Л. П., **Крисінська Д. О.** Важливість стратегій сталого розвитку підприємств водопостачання. *Ольвійський форум – 2020: стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі* : зб. тез наук. конф., м. Миколаїв, 4–8 черв. 2020 р. Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2020. С. 3–6.

21. Безсонов С. М., **Крисінська Д. О.** Енергетична ніша виду як комплексний критерій оцінювання екологічної безпеки водних екосистем. *6-й Міжнародний конгрес «Сталий розвиток: захист навколишнього середовища.*

*Енергоощадність. Збалансоване природокористування*. Львів, 23–25 верес., 2020. С. 52.

22. **Krysinska D. O.** Algorithm for determining of environmental safety of drinking water supply. *Scientific World Journal* : international periodic scientific journal. Bulgaria, 2020. Issue № 6. P. 50–55.

## АНОТАЦІЯ

**Крисінська Д. О. Оцінювання рівня екологічної безпеки питного водопостачання.** – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 екологічна безпека (101 – екологія, галузь знань 10 – природничі науки). Національний університет «Львівська політехніка», Львів, 2021.

Дисертаційну роботу присвячено вирішенню важливого науково-практичного завдання – оцінюванню рівня екологічної безпеки питного водопостачання. Запропоновано оцінювання рівня екологічної безпеки питного водопостачання проводити з використанням ризик-орієнтовного підходу. В основу запропонованого комплексного методу оцінювання рівня екологічної безпеки питного водопостачання закладено ідею визначення ризику канцерогенного та неканцерогенного походження. Розроблено алгоритм оцінювання рівня екологічної безпеки питного водопостачання. Встановлено діапазони рівня екологічної безпеки питного водопостачання, що визначаються межами ризику, який не загрожує здоров'ю людини. Проведено лабораторні польові дослідження якості питної води централізованого водопостачання та підземних джерел водопостачання. Одержані результати використано для підтвердження ефективності використання запропонованого методу оцінювання рівня екологічної безпеки питного водопостачання. У середовищі Curve Expert та MS Excel визначено існування екологічного ризику канцерогенного походження для здоров'я жителів міста Миколаєва, що може бути спричинений якістю питної води. Визначено ступінь кореляційного зв'язку між кількістю зафіксованих злякисних новоутворень та концентрацією хлороформу у питній воді. Досліджено основні причини погіршення якості питної води. Обґрунтовано екологічну необхідність впровадження дуальної системи водопостачання в населеному пункті та досліджено її економічну ефективність. Запропоновано затвердити поняття «технічна вода» в головних державних документах, що регламентують галузь водопостачання.

**Ключові слова:** екологічна безпека, питне водопостачання, екологічний ризик, питна вода, технічна вода, дуальні системи, алгоритм оцінювання.



**ABSTRACT**

***Krysyńska D. O. Assessment of the level of ecological safety of drinking water supply.*** – Manuscript.

The thesis of the candidate of technical sciences in ecological safety 21.06.01 (101 – ecology, branch of knowledge 10 – natural sciences). Lviv Polytechnic National University, Lviv, 2021.

The dissertation is devoted to solving an important scientific and practical problem assessing the level of environmental safety of drinking water supply. The degradation of the aquatic environment under the influence of anthropogenic activities, the shortage of fresh water due to irrational use of nature, led to the water crisis, which the world scientific community has officially classified as the 5 most important global risks for the next ten years.

Given the importance of drinking water for human life, considered that the assessment of the level of ecological safety of drinking water should be carried out using a risk-based approach, moving from the existing differentiated definition of the concentration of drinking water quality and their comparison with normalized values to take into account negative effects for the human body due to the manifestations of the consequences of danger in the form of disease, disability, mortality, etc.

The proposed comprehensive method for assessing the level of ecological safety of drinking water supply is based on the idea of calculating the risk of carcinogenic and non-carcinogenic origin.

An algorithm for determining the level of ecological safety of drinking water supply has been developed. The ranges of the level of ecological safety of drinking water supply are determined, which are determined by the limits of the risk that does not threaten human health:  $10^{-8} \leq R_c \leq 10^{-6}$  – for carcinogenic substances,  $0,161 \leq R_{nc} \leq 0,160$  – for non-carcinogenic substances (within the range – «safe» or outside «dangerous»).

Laboratory field researches of drinking water quality of centralized water supply and underground water supply sources were carried out. The obtained results were used to confirm the effectiveness of the proposed method of assessing the level of environmental safety of drinking water supply.

In the Curve Expert and MS Excel environment identified the existence of an environmental risk of carcinogenic origin for the health of Mykolaiv residents, which may be caused by the quality of drinking water. The degree of correlation between the number of detected malignancies and the concentration of chloroform in drinking water was determined.

The main reasons for the deterioration of drinking water quality and the emergence of a dangerous state of the drinking water supply system have been studied. The main ones are outdated water supply network and use of disinfection technology with the use of chlorine-containing reagents.

The ecological necessity of introduction of dual (double) water supply system in the settlement is substantiated and the problem of its economic efficiency is investigated.

In the context of the implementation of an alternative dual (double) water supply system, the dissertation proposes to separate networks for drinking water supply and technical and to approve the concept of «technical water» in the main state documents governing the water supply industry.

**Key words:** ecological safety, drinking water supply, ecological risk, drinking water, technical water, dual systems, algorithm for determining.

---

Підп. до друку 12.08.2021.  
Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Папір офсетний.  
Гарнітура «Times New Roman». Друк ризограф.  
Умовн. друк. арк. 0,9. Тираж 100 пр. Зам. 6326.

54003, м. Миколаїв, вул. 68 Десантників, 10.  
Тел.: (0512)50-03-32, (0512)56-55-81.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6124 від 05.04.2018.

