

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ,  
ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач випускової кафедри  
\_\_\_\_\_ В.Ф. Фролов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ДИПЛОМНА РОБОТА**  
**(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 101 «ЕКОЛОГІЯ»  
ОПП «ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»

**Тема: «Оцінка ризику споживання питної води з підвищеним вмістом нітратів для здоров'я населення Київської області»**

Виконавець: студентка групи ЕК-401Б Рошка Дар'я Олександрівна  
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: канд.тех.наук, доцент кафедри екології Дмитруха Тетяна Іллівна  
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Нормоконтролер:

\_\_\_\_\_ (підпис)

Явнюк А. А.  
(П.І.Б.)

КИЇВ 2020

# НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра екології

Спеціальність, освітньо-професійна програма: спеціальність 101 «Екологія»,  
ОПП «Екологія та охорона навколишнього середовища»

(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Фролов В.Ф.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Рошки Дар'ї Олександрівни

1. Тема роботи «Оцінка ризику споживання питної води з підвищеним вмістом нітратів для здоров'я населення Київської області»

затверджена наказом ректора від «27» квітня 2020 р. №527/ст.

2. Термін виконання роботи: з 27.04.2020 р. по 16.06.2020 р.

3. Вихідні дані роботи: лабораторні дослідження підземних вод Київської області.

4. Зміст пояснювальної записки: показники якості питної води, методи визначення нітратів, оцінка ризику споживання питної води з підвищеним вмістом нітратів на здоров'я населення Київської області.

5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: таблиці, рисунки, діаграми.

## 6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Оцінювання спеціальної літератури за тематикою роботи	28.04.2020 – 01.05.2020	
2	Підготовка матеріалів першого розділу	04.05.2020 – 08.05.2020	
3	Опрацювання джерел забруднення води нітратами	11.05.2020 – 15.05.2020	
4	Підготовка матеріалів другого розділу	16.05.2020 – 19.05.2020	
5	Опрацювання джерел щодо визначенні нітратів у питній воді	22.05.2020 – 26.05.2020	
6	Підготовка матеріалів третього розділу	27.05.2020 – 31.05.2020	
7	Розробка власних рекомендацій стосовно зменшення забруднення підземних вод нітратами в районах Київської області	01.06.2020 – 04.06.2020	
8	Попередній захист дипломної роботи	05.06.2020	
9	Оформлення дипломної роботи	06.06.2020 – 08.06.2020	
10	Захист дипломної роботи на кафедрі	16.06.2020	

7. Дата видачі завдання: « 28 » квітня 20 \_\_ р.

Керівник дипломної роботи (проекту): \_\_\_\_\_ Дмитруха Т.І.  
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання: \_\_\_\_\_ Рошка Д.О.  
(підпис випускника) (П.І.Б.)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Оцінка стійкості геосистем до антропогенно-техногенного впливу»: 60 с., 7 рис., 10 табл., 31 літературне джерело.

Об'єкт дослідження: процес дослідження питної води на території Київської області.

Мета роботи: надати оцінку ризику споживання питної води з підвищеним вмістом нітратів на здоров'я населення Київської області.

Методи дослідження: санітарно-гігієнічні, аналітичні та статистичні методи дослідження.

**ПИТНА ВОДА, НІТРАТИ, ЗАБРУДНЕННЯ, РИЗИК, ОЦІНКА РИЗИКУ.**

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ .....</b>	<b>6</b>
<b>ВСТУП .....</b>	<b>7</b>
<b>РОЗДІЛ 1. ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ .....</b>	<b>9</b>
1.1. Вода, її функції та показники якості .....	9
1.2. Характеристика шкідливих сполук у воді .....	20
1.3. Нітрати, як джерело забруднення питної води .....	22
1.4. Характеристика впливу нітратів на здоров'я населення .....	27
1.5. Висновки до розділу 1 .....	30
<b>РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ НІТРАТІВ .....</b>	<b>31</b>
2.1. Фотометричний метод .....	31
2.2. Хроматографічний метод .....	32
2.3. Електрохімічний метод .....	34
2.4. Потенціометричний метод .....	35
2.5. Нітрат-тестери .....	36
2.6. Характеристика районів Київської області .....	37
2.7. Висновки до розділу 2 .....	42
<b>РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА РИЗИКУ СПОЖИВАННЯ ПИТНОЇ ВОДИ З ПІДВИЩЕНИМ ВМІСТОМ НІТРАТІВ НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ .....</b>	<b>43</b>
3.1. Ризик. Оцінка ризику .....	43
3.2. Результати досліджень питної води в Київській області .....	47
3.3. Небезпека впливу води забрудненої нітратами на здоров'я населення ....	51
3.4. Висновки до розділу 3 .....	56
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>57</b>
<b>СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ... 58</b>	<b>58</b>

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ**

ДСанПін – державні санітарні правила і норми;

ГДК – гранично допустима концентрація;

ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю;

ДП – державне підприємство;

ПП – приватне підприємство;

ПАТ – приватне акціонерне товариство;

МОЗ – міністерство охорони здоров'я;

ДУ – державна установа;

HQ – коефіцієнт небезпеки.

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Вода є основним джерелом життя. Через інтенсивний розвиток сільського господарства, джерела водопостачання в Київській області мають перевищення гранично допустимих концентрацій вмісту нітратів, і як наслідок, ступінь захворювань та поширення хвороб, що зумовлені впливом нітратів, є високими. Тому визначення вмісту нітратів в джерелах питної води є досить важливим завданням.

### **Мета і завдання виконання дипломної роботи.**

Мета роботи – надати оцінку ризику споживання питної води з підвищеним вмістом нітратів на здоров'я населення Київської області.

Завдання роботи:

1. Охарактеризувати нітрати та їх основний вплив на здоров'я людей.
2. Проаналізувати сучасний стан підземних вод Київської області.
3. Оцінити ризики вживання питної води з перевищеним вмістом нітратів для здоров'я населення Київської області.

**Об'єкт дослідження** – процес дослідження питної води на території Київської області.

**Предмет дослідження** – нітрати.

**Методи дослідження** – оброблення, компонування даних та аналіз лабораторних досліджень, визначення коефіцієнту небезпеки впливу нітратів, порівняння демографічних показників 2010 і 2019 року.

**Особистий внесок випускника:** розробка рекомендацій стосовно зменшення забруднення підземних вод нітратами.

Публікації:

1. Рошка Д., Дмитруха Т. Формування культури безпечного поводження з ртутними лампами: тези доп. ІХ Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції «Техногенно-екологічна безпека України: стан та перспективи розвитку (ТЕБ-2019)», Ірпінь, 04-15 листопада 2019 р. – С.310 - 312 .

2. Ю. Полив'ян, Д. Рошка, Т. Дмитруха. Аналіз небезпеки ртуті для живих істот: тези доп. XVI Всеукраїнської наукової on-line конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнародною участю «Сучасні проблеми екології», Житомир, 10 квітня 2020 р. – С. 49.

3. Ю. Полив'ян, Д. Рошка. Аналіз способів демеркуризації від ртутних забруднень: тези доп. XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів «Екологічна безпека держави», Київ, 23 квітня 2020 р. – С. 104.



# РОЗДІЛ 1

## ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ

### 1.1. Вода, її функції та показники якості.

Вода – найпоширеніша речовина на планеті. Вода – це рідина без кольору, смаку і запаху. Вона відіграє головну роль у підтриманні життя. На Землі вода існує в трьох станах: твердому (лід), рідкому і газоподібному (пара). Перехід води від одного стану в інший залежить від температури і тиску. Вода здійснює постійний кругообіг у природі. Вона випаровується з поверхні землі і повертається на неї у вигляді опадів.

Вода займає майже 70% поверхні Землі. Близько 96% води на планеті – це солоні води (моря і океани). Запаси прісної води набагато менші ніж солоної. Основні запаси прісної води сконцентровані в льодовиках (70% запасів прісної води). Приблизно 30% припадає на підземні води і лише близько 1% на річки і озера.

В природі вода виконує такі функції:

1. Є основною складовою всіх живих організмів
2. Є середовищем існування живих організмів
3. Деякі біохімічні реакції проходять у водному середовищі
4. Бере участь у хімічних реакціях
5. Є основним кліматоутворюючим фактором
6. Є основним ресурсом споживання людства.

Людина також має у своєму складі великий вміст води. Організм людини на 86% складається з води. Вода в організмі людини виконує такі функції:

1. Збереження форми клітин в організмі
2. Надає пружності клітинам
3. Збереження організму від коливань температури
4. Виділення продуктів обміну
5. Змащувальний матеріал в суглобах

## 6. Розчинник всіх необхідних речовин

Для підтримання здоров'я організму потрібно щоденне вживання 1,5 – 2л води. Для вживання людиною придатна тільки прісна вода, вживання солоної води є шкідливим для організму.

На сьогодні дуже гостро постає проблема прісної води. Водойми, з яких видобуваються вода, вичерпуються. Кількість прісної води на планеті за останні роки значно скоротилась.

Великою проблемою прісних вод є те, що ті прісні води які ще не вичерпались, є забрудненими. Більш-менш чистими залишились підземні води, але і вони потребують перевірки і очистки.

Питна вода - вода, призначена для споживання людиною (водопровідна, фасована, з бюветів, пунктів розливу, шахтних колодязів та каптажів джерел), для використання споживачами для задоволення фізіологічних, санітарно-гігієнічних, побутових та господарських потреб, а також для виробництва продукції, що потребує її використання, склад якої за органолептичними, мікробіологічними, паразитологічними, хімічними, фізичними та радіаційними показниками відповідає гігієнічним вимогам. [1].

Регулювання якості питної води в Україні проводиться за допомогою Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною". Відповідно до цього документу, нормування якості питної води проводиться для:

- водопровідної води;
- води з колодязів та каптажів джерел;
- фасованої, з пунктів розливу та бюветів [2].

Водопровідна вода – це вода, яка доставляється в будинки з комунальних підприємств з водопостачання. Здебільшого – це річкова вода, яка очищається і подається людям через водопровідну мережу.

Вода з колодязів та каптажів джерел – це вода, яка надходить з поверхні землі (підземні води) і зберігається в спеціальних водозабірних спорудах.

Фасована вода – питна вода підземних джерел питного водопостачання або

питна вода централізованого питного водопостачання, додатково оброблена з метою поліпшення її якості, у герметичній тарі [1].

Бювет – інженерна водозабірна споруда для забезпечення споживачів необробленими (крім знезараження води методом ультрафіолетового опромінення) міжшаровими напірними (артезіанськими) або безнапірними підземними водами, до складу якої входять свердловина, розподільна колонка та спеціальне приміщення або павільйон [2].

Нормування якості питної води проводиться за такими групами показників:

1. Твердість води
2. Водневий показник (рН)
3. Гігієнічні властивості
4. Органолептичні властивості
5. Токсикологія
6. Радіаційний показник [2].

Твердість води – це кількісний показник наявності солей кальцію та магнію у воді. Чим вище показник твердості води, тим більша кількість солей в рідині, тим небезпечніша вода для людини. Адже солі можуть накопичуватись в органах людини і це призводить до виникнення хвороб.

За показником твердості розрізняють:

- Менше 4 моль/дм<sup>3</sup> – м'яка вода
- Від 4 до 8 моль/дм<sup>3</sup> – вода середньої твердості
- Від 8 до 12 моль/дм<sup>3</sup> – тверда вода
- Понад 12 моль/дм<sup>3</sup> – дуже тверда вода.

Відповідно до державних санітарних норм та правил ДСанПіН 2.2.4-171-10 показник твердості для питної води повинен становити (Таблиця 1.1) [2]:

## Показник твердості питної води

Найменування показників	Одиниця вимірювання	Нормативи для питної води згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10		
		Водопровідна	З колодязів і каптажів джерел	Фасованої, з пунктів розливу та бюветів
Загальна жорсткість	Моль/дм <sup>3</sup>	≤7,0 (10,0)1	≤10,0	≤7,0

Для організму людини є шкідливим вживання води з невідповідним рівнем солей кальцію і магнію. Вживання «твердої» води призводить до утворення піску і каменей в нирка, надмірна кількість солей може призвести до порушення травлення, роботи серцево-судинної системи (аритмія), роботи суглобів (артрит, поліартрит). Також тверда вода впливає на стан шкіри і волосся. Шкіра і волосся стають сухими, волосся втрачає свій блиск, стає ламким і неслухняним. В свою чергу вживання «м'якої» води призводить до таких захворювань як: хронічний гастрит, виразка шлунку, гіпертензія, карієс, викликає зниження імунітету.

Водневий показник (рН) – це показник активності іонів водню, тобто показник кислотності.

Водневий показник в стандартних умовах вимірюється від 0 до 14. Для питної води найкращим є показник рН – 7 (нейтральний). Якщо рН води нижче 6,5, то він вказує на підвищену кислотність середовища, а якщо більше 7, то на лужне середовище. В санітарних нормах і правилах "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" визначаються оптимальні значення водневого показнику (Таблиця 1.2) [2].

## Водневий показник якості для питної води

Найменування показників	Одиниця вимірювання	Нормативи для питної води згідно з		
		водопровідна	з колодязів і каптажів джерел	фасованої, з пунктів розливу та бюветів
Водневий показник	одиниці рН	6,5–8,5	6,5–8,5	6,5–8,5 (≤4,5)5

Не відповідність значення водневого показника може негативно вплинути на організм. Якщо рН нижче норми, то це може викликати: порушення обміну речовин, проблеми з кишково-шлунковим трактом, порушення роботи нервової системи (стрес, порушення сну), утворення тромбів, набряки, кисле середовище створює умови для розвитку ракових клітин, шкідливих мікроорганізмів, призводить до передчасного старіння. Вживання води з рН вище норми призводить до зниження імунітету.

Гігієнічні властивості води – це показники, які показують наявність у воді патогенних бактерій та вірусів.

Гігієнічні показники повинні відповідати таким нормам (Таблиця 1.3) [2]:

Таблиця 1.3

Гігієнічний показник якості

Найменування показників	Одиниці вимірювання	Нормативи для питної води ГСанПіН 2.2.4-171-10		
		водопровідної, з пунктів розливу та бюветів	з колодязів і каптажів джерел	Фасованої
1	2	3	4	5
загальне мікробне число при t = 37°C - 24 години	КОЕ/см3	≤ 100 (≤ 50)**	не визначається	≤ 20
загальне мікробне число при t = 22°C - 72 години	КОЕ/см3	не визначається	не визначається	≤ 100
Загальні колиформи ***	КОЕ/100 см3	відсутність	≤ 1	Відсутність
E.coli***	КОЕ/100 см3	відсутність	відсутність	Відсутність
Ентерококи ***	КОЕ/100 см3	відсутність	не визначається	Відсутність
Синьогнійна паличка (Pseudomonas aeruginosa)	КОЕ/100 см3	не визначається	не визначається	Відсутність
Патогенні ентеробактерії	наявність в 1 дм3	відсутність	відсутність	Відсутність

закінчення таблиці 1.3

1	2	3	4	5
Ентеровіруси, аденовіруси, антигени ротавірусів, реовірусів, вірусу гепатиту А та інші	наявність у 10 дм <sup>3</sup>	відсутність	відсутність	Відсутність
Патогенні кишкові найпростіші: цисти криптоспорицій, ізоспор, цисти лямблій, дизентерійних амеб, балантидія кишкового та інші	клітини, цисти в 50 дм <sup>3</sup>	відсутність	відсутність	Відсутність
Кишкові гельмінти	клітини, яйця, личинки, в 50 дм <sup>3</sup>	відсутність	відсутність	Відсутність

(\* Для 95% проб води, відібраних з водопровідної мережі, що досліджувались протягом року; \*\* Через 10 років з часу набрання чинності Санітарних норм; \*\*\*

Для 98% проб води, відібраних з водопровідної мережі, що досліджувались протягом року; \*\*\*\* Визначають додатково у питній воді з поверхневих вододжерел у місцях її надходження з очисних споруд в розподільну мережу, а також в ґрунтових водах) [2]

Найпоширенішим вірусом у воді є збудник Гепатиту А. Саме вода є джерелом поширення цього вірусу. Вірус уражає печінку і селезінку, вони збільшуються у розмірах через що відбуваються порушення їх роботи. Головними симптомами цього захворювання є збільшення температури тіла, сеча стає темного кольору, слабкість у м'язах.

Ще одним вірусом, який можна зустріти у воді є аденовірус. Цей вірус вражає аденоїди і призводить до гострих інфекцій дихальних шляхів.

Дуже часто у питній воді присутні бактерії одними з яких можуть бути сальмонели. Вони є збудником кишкових інфекцій. Ще одним вид бактерій - шигелли, які є збудником дизентерії. Симптоми ураження цими бактеріями є дуже схожі: біль в животі, нудота і блювання, підвищена температура тіла, можливе прискорення серцебиття.

Органолептичні властивості води – це колір, смак, запах, каламутність води.

Невідповідність органолептичних показників може вказувати на забруднення води. Якісна питна вода не повинна мати запаху, повинна бути прозора, не мати ніякого присмаку і смаку.

Наявність у воді кольору, смаку чи запаху свідчить про те, що у воді присутні хімічні, фізичні чи біологічні домішки, які можуть згубно впливати на організм людини.

Аналіз органолептичних показників проводиться за п'ятибальною шкалою (0 балів – зовсім відсутній, 1 бал – неможливо визначити, 2 бали – відчувається якщо відомо про наявність, 3 бали – відчувається без попереджень, але ще слабко виражено, 4 бали – відчувається добре, 5 балів – яскраво виражений). Відповідно до Державних санітарних норм та правил ДСанПіН 2.2.4-171-10 органолептичні показники води повинні відповідати таким значенням (Таблиця 1.4) [2]:

Таблиця 1.4

#### Органолептичні показники якості води

Найменування показників	Одиниця вимірювання	Нормативи для питної води згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10		
		водопровідна	з колодязів і капажів джерел	фасованої з пунктів розливу та бюветів
Запах:	бали			
при t = 20 °C		≤2	≤3	≤0 (2)4
при t = 60 °C		≤2	≤3	≤1 (2)4
Кольоровість	градуси	≤20 (35)1	≤35	≤10 (20)4
Мутність	нефелометрична одиниця мутності (1 НЬОМУ = 0,58 мг/дм <sup>3</sup> )	≤1,0 (3,5)1, ≤2,6 (3,5)1— для підземного джерела	≤3,5	≤0,5 (1,0)4
Смак і присмак	бали	≤2	≤3	≤0 (2)4

Токсикологія – це наявності у воді хімічних елементів, які є отруйними для людини, або надмірна кількість яких може призвести до отруєння людей.

Хімічні елементи, які містяться у воді, поділяють за класами небезпеки. Клас небезпеки речовини (I, II, III, IV) - ступінь небезпеки для людини хімічних речовин, що забруднюють воду, який залежить від їх токсичності, кумулятивності, лімітуючої ознаки шкідливості та здатності викликати несприятливі віддалені ефекти.

Відповідно до Державних санітарних норм та правилах ДСанПіН 2.2.4-171-10 токсикологічні показники поділяють на фізико-хімічні та санітарно-токсикологічні показники.

Фізико-хімічні показники - фізичні чи хімічні показники, що нормуються за загальносанітарною чи органолептичною ознакою шкідливості (Таблиця 1.5).

Санітарно-токсикологічні показники - хімічні показники, що нормуються за санітарно-токсикологічною ознакою шкідливості (Таблиця 1.6) [2].

Таблиця 1.5

Фізико-хімічні показники якості води

Найменування показників	Одиниця вимірювання	Нормативи для питної води згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10		
		водопровідна	з колодязів і капажів джерел	фасованої, з пунктів розливу та бюветів
1	2	3	4	5
Фізико-хімічні показники				
а) неорганічні показники				
Діоксид вуглецю	%	не визначається	не визначається	0,2—0,3 для слабогазованої 0,31—0,4 для середньогазованої > 0,4 для сильногазованої
Залізо загальне	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,2 (1,0)1	≤1,0	≤0,2
Йод	мкг/дм <sup>3</sup>	не визначається	не визначається	≤50
Кальцій	мг/дм <sup>3</sup>	не визначається	не визначається	≤130
Магній	мг/дм <sup>3</sup>	не визначається	не визначається	≤80
Марганець	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,05 (0,5)1	≤0,5	≤0,05



закінчення таблиці 1.5

1	2	3	4	5
Мідь	мг/дм <sup>3</sup>	≤1,0	не визначається	≤1,0
Поліфосфати (за РО43-)	мг/дм <sup>3</sup>	≤3,5	не визначається	≤0,6 (3,5)4
Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	≤250 (500)1	≤500	≤250
Сухий залишок	мг/дм <sup>3</sup>	≤1000 (1500)1	≤1500	≤1000
Хлор залишковий вільний	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,5	≤0,5	≤0,05
Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	≤250 (350)1	≤350	≤250
Цинк	мг/дм <sup>3</sup>	≤1,0	не визначається	≤1,0
б) органічні компоненти				
Хлор залишковий зв'язаний	мг/дм <sup>3</sup>	≤1,2	≤1,2	≤0,05
Нафтопродукти	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,1	не визначається	≤0,01
Поверхнево активні речовини аніонні	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,5	не визначається	≤0,05
Феноли леткі	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,001	не визначається	<0,0005
Хлорфеноли	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,0003	не визначається	≤0,0003

(\* - речовини I класу небезпеки

\*\* - речовини II класу небезпеки)

Таблиця 1.6

## Санітарно-токсикологічні показники якості води

Найменування показників	Одиниця вимірювання	Нормативи для питної води згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10		
		водопровідна	з колодязів і капажів джерел	фасованої, з пунктів розливу та бюветів
1	2	3	4	5
Санітарно-токсикологічний показник				
а) неорганічні показники				
Алюміній**	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,2 (0,5)2	не визначається	≤0,1
Амоній	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,5 (2,6)1	≤2,6	≤0,1 (1,2)1,4
Діоксид хлору	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,1	не визначається	не визначається
Кадмій**	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,001	не визначається	≤0,001
Кремній**	мг/дм <sup>3</sup>	≤10	не визначається	≤10
Миш'як**	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,01	не визначається	≤0,01
Молібден**	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,07	не визначається	≤0,07

1	2	3	4	5	
Натрій**	мг/дм <sup>3</sup>	≤200	не визначається	≤200	
Нітрати (по NO <sub>3</sub> )	мг/дм <sup>3</sup>	≤50	≤50	≤10 (50) <sup>4</sup>	
Нітрити**	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,5 (0,1) <sup>3</sup>	≤3,3	≤0,5 (0,1) <sup>7</sup>	
Озон залишковий	мг/дм <sup>3</sup>	0,1-0,3	не визначається	не визначається	
Ртуть*	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,0005	не визначається	≤0,0005	
Свинець**	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,01	не визначається	≤0,01	
Срібло**	мг/дм <sup>3</sup>	не визначається	не визначається	≤0,025	
Фториди **	мг/дм <sup>3</sup>	для кліматичних зон:	≤1,5	≤1,56	
		IV≤0,7			для кліматичних зон:
		III≤1,2			IV≤0,7
		II≤1,5			III≤1,2
				II≤1,5	
Хлорити	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,2	не визначається	не визначається	
Кобальт **	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,1	не визначається	≤0,1	
Нікель	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,02	не визначається	≤0,02	
Селен **	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,01	не визначається	≤0,01	
Хром загальний	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,05	не визначається	≤0,05	
Берилій*	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,0002	не визначається	≤0,0002	
Бор**	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,5	не визначається	≤0,5	
Стронцій**	мг/дм <sup>3</sup>	≤7,0	не визначається	≤7,0	
Сурма**	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,005	не визначається	≤0,005	
Ціаніди**	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,05	не визначається	≤0,05	
б) органічні показники					
Поліакриламід залишковий **	мг/дм <sup>3</sup>	≤2	не визначається	<0,2	
Формальдегід**	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,05	не визначається	≤0,05	
Хлороформ**	мкг/дм <sup>3</sup>	—	не визначається	≤6	
Бенз(а)пірен *	мкг/дм <sup>3</sup>	≤0,005	не визначається	≤0,02	
Дібромхлорметан **	мкг/дм <sup>3</sup>	≤10	не визначається	≤1	
Пестициди 1, 2	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,0001	не визначається	≤0,0001	
Пестициди 1, 3 (сума)	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,0005	не визначається	≤0,0005	
Тригалогенметани <sup>4</sup> (сума)	мкг/дм <sup>3</sup>	≤100	не визначається	≤102	
Хлороформ**	мкг/дм <sup>3</sup>	≤60	—	—	
Бензол**	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,001	не визначається	≤0,001	
1,2 — дихлоретан**	мкг/дм <sup>3</sup>	≤3	не визначається	≤0,3	
Тетрахлорвуглець**	мкг/дм <sup>3</sup>	≤2	не визначається	≤0,2	
Трихлоретилен** і тетрахлоретилен** (сума)	мкг/дм <sup>3</sup>	≤10	не визначається	≤1	

(\* - речовини I класу небезпеки;

\*\* - речовини II класу небезпеки)

Недотримання токсикологічного показника призводить до різних захворювань. Кожен елемент має свою токсичну дію. Перевищення хімічних елементів може: уражати нервову систему, кровоносну систему, бути причиною порушення роботи серця, викликати захворювання нирок, печінки, кишково-шлункового тракту.

Радіаційний показник – це показник, який кількісно відображає наявність у воді радіонуклідів.

Через Чорнобильську аварію більшість водоемів України уражені радіацією. Ця радіація потрапляє в організм людини разом з водою, що споживає населення. Проблемою радіаційного забруднення є те, що навіть малі дози призводять до необоротних змін в організмі. Тому на відміну від інших показників якості води, державні санітарні норми та правила ДСанПіН 2.2.4-171-10 визначають єдиний радіаційний показник для всіх типів питної води (Таб.1.1.7) [2].

Таблиця 1.1.7.

Радіаційні показники якості води

Найменування показників	Одиниця вимірювання	Нормативи
Сумарна активність природної суміші ізотопів U	Бк/дм <sup>3</sup>	≤1
Питома активність <sup>226</sup> Ra	Бк/дм <sup>3</sup>	≤1
Питома активність <sup>228</sup> Ra	Бк/дм <sup>3</sup>	≤1
Питома активність <sup>222</sup> Rn	Бк/дм <sup>3</sup>	≤100
Питома активність <sup>137</sup> Cs	Бк/дм <sup>3</sup>	≤2
Питома активність <sup>90</sup> Sr	Бк/дм <sup>3</sup>	≤2

Споживання води з перевищеним вмістом радіації може призводити до утворення онкологічних захворювань в організмі, можуть викликати безпліддя і багато іншого. Невеликі дози радіації можуть проявити свою дію через десятки років і призвести до необоротних генетичних змін, які будуть передаватись в спадщину. Люди які протягом деякого часу вживали воду з незначним перевищенням радіаційного показника можуть народити дітей з синдромом Дауна, порушенням фізичного чи розумового розвитку.

## 1.2. Характеристика шкідливих сполук у воді

На сьогодні дуже гостро постала проблема наявності в питній воді шкідливих сполук. До найбільш часто виявлених шкідливих сполук відносять: залізо, сульфати і хлориди, фториди, аміак, нітрати нітриту, силікатну кислоту, сірководень, а також важкі метали.

Залізо часто зустрічається в підземних водах, оскільки є природно домішкою. Залізо в невеликих кількостях не є шкідливим для організму. Здебільшого надлишок заліза у воді обумовлений тим, що в підземних водах є проблема нестачі повітря і залізо не може окислюватись. Вміст заліза не повинен перевищувати 0,2 мг/л. Перевищення вмісту може призвести до ураження шлунково-кишкового тракту. Помітити перевищення вмісту заліза можна по металевому присмаку води [3].

Хлориди і сульфати є найпоширенішими аніонами у питній воді. Ці сполуки є добре розчинні у воді. Концентрація цих речовин не повинна перевищувати 250 мг/л. Високий вміст цих речовин у питній воді може бути обумовлений наявністю великої їх концентрації у ґрунтах і гірських породах звідки добувається вода. Вода з перевищеним їх вмістом має неприємний запах і смак. При систематичному споживанні води з перевищенням вмісту хлоридів можуть виникати розлади у роботі сечостатевої системи, можуть виникати набряки. Наслідком появи набряки може стати підвищення тиску та проблеми з серцевосудинною системою. Сульфати в свою чергу приводять до подразнення слизової оболонки шлунково-кишкового тракту [3].

Фториди містяться майже у всіх природних водах. Підвищений їх вміст зустрічається в морських водоймах, в зонах вулканічної активності і в місцях поширення гранітних і гнейсових порід. Фтор є досить специфічною речовиною, так як його надлишок так само шкідливий як і його нестача. Надлишок вмісту цих сполук може викликати кальценозу, а нестача бути причиною руйнування кісткових тканин. Вміст фтору повинен бути на рівні 0,7 – 1,5 мг/л. Сполуки фтору впливають на опорно-рухову систему. Більшість спожитих сполук фтору осідає на зубах і в кісках. Сполуки фтору також впливають на роботу щитовидної залози, допомагають засвоювати мікроелементи [3].

Силікатна кислота – це сполуки кремнію. Потрапляє у воду природним шляхом і з стічними водами підприємства. При довготривалому вживанні води з підвищеним її вмістом може викликати фіброз легень, утворення каменів в нирках і новоутворення [3].

Сірководень у воді дуже легко виявляється. Він має досить неприємний запах (тухлих яєць). Також вода, яка містить сірководень має неприємний солодкуватий і присмак. Вміст цієї речовини не повинен перевищувати 0,03 мг/л. Воду навіть з дуже малим вмістом сірководню не бажано споживати, так як ця речовина є досить токсична. Потрапляє сірководень у воду разом з стічними водами і може утворюватися в процесі гниття. Вживання такої води згубно впливає на весь організм. В організмі починаються процеси руйнування клітин крові і мозку. Висока ймовірність летального випадку [3].

Вміст важких металів у воді є наслідком антропогенного впливу. Найбільшим джерелом забруднення водою важкими металами є стічні води. Також вагомий внесок мають викиди в атмосферу, які осідають на поверхню водою.

Манган є найпоширенішим важким металом у воді. Джерелом потрапляння у воду мангану є процеси вилуговування залізомарганцевих руд, а також розкладання живих організмів. В невеликих дозах манган не викликає шкоди, а навпаки є корисним. Він бере участь в кровотворенні і формування кісткової тканини. Вживання води з підвищеним його вмістом може стати причиною порушення центральної нервової системи, шлунково-кишкового тракту, нирок а також впливає на кісткову тканину, в дітей виникає марганцевий рахіт [4].

Свинець відносять до другої групи токсичності. Вміст свинцю у воді не повинен перевищувати 0,01 мг/л. основними джерелами свинцю у природних водах є:

- Природні мінерали, що мають у своєму складі свинець;
- Кольорова і чорна металургія, машинобудування, паливна промисловість та енергетика (викиди з цих підприємств осідають на поверхні водою);
- Хімічна промисловість (стічні води);
- Побутові відходи;

Свинець присутній майже у всіх водах на території України. концентрація свинцю у воді залежить від розвитку промисловості. Вода, яка містить свинець має солодкуватий присмак. Вживання такої води призводить до ураження нервової, кровоносної та серцево-судинної системи, порушує статеві функції у чоловіків і жінок [4].

Кадмій є дуже токсичним металом. Концентрація його у воді не повина перевищувати 0,001 мг/л. найбільшим джерелом забруднення води кадмієм є гірничо-металургійний комплекс. Підземні і поверхневі води, які наближені до виробництв є уражені сполуками кадмію. Кадмій здатний накопичуватись в організмі. Наслідком впливу кадмію на організм людини може стати нервова і легенева недостатність, виникають серцево-судинні паталогії [4].

Цинк є мікроелементом, який в невеликих дозах необхідний організму. Перевищення вмісту цинку у воді спостерігається біля металургійних, машинобудівних, хіміко-фармацевтичних, деревообробних і текстильних підприємств. При тривалому вживанні води з перевищеним вмістом цинку може виникати безпліддя, знижуватись вміст кальцію в організмі [4].

Миш'як є одним з найшкідливіших елементів, що може міститись у воді. Він впливає на весь організм в цілому, має сильну токсичну дію і в більшості випадків призводить до смертей. Джерелами миш'яку у воді кольорова металургія та теплові електростанції [4].

### **1.3. Нітрати, як джерело забруднення питної води**

Нітрати – це солі нітратної (азотної) кислоти  $\text{HNO}_3$ . Нітрати утворюються при взаємодії нітратної кислоти з металами, оксидами, гідроксидами, солями. Нітрати добре розчинні у воді. В природі нітрати утворюються внаслідок екзогенних процесів і та внаслідок гниття органічних решток.

Нітрати постійна надходять до організму людини і в невеликих дозах не завдають шкоди. Нітрати здебільшого потрапляти в організм людини з їжею та водою.

Для того, щоб контролювати вміст нітратів у питній воді були встановлені їх гранично допустимі концентрації (50 мг/л). Це ті значення концентрації нітратів у воді, які при постійному споживанні не призведуть до змін в організмі людини і не вплинуть на потомство.

Серед джерел забруднення води нітратами виділяють [5]:

- 1) Органічні речовини;
- 2) Кислотні дощі;
- 3) Стічні води;
- 4) Добрива;

Органічні речовини:

Органічні речовини – це речовини, які виникли прямо або опосередковано з живої речовини або продуктів їх життєдіяльності.

В процесі розкладу органічних решток відбувається їх трансформація в мінеральні речовини, в тому числі азотовмісні. В ході взаємозалежних процесів відбувається трансформація азотовмісних речовин в нітрати. Трансформація відбувається таким чином: в процесі амоніфікації (мінералізації органічних азотовмісних речовин) утворюється аміак, який окиснюється до нітратів і нітритів (нітрифікація).

Утворені нітрати частково відновлюються завдяки денітрифікуючим бактеріям до вільного азоту, який виділяється в атмосферу. Інша кількість нітратів залишається у ґрунті, звідки може потрапляти в ґрунтові і вимиватися в поверхневі води.

Кислотні дощі:

Кислотні дощі – це опади, кислотність яких вища від нормальної. Здебільшого ці опади насичені азотною і сірчаною кислотою. Азотна кислота утворюється при взаємодії  $\text{NO}_3$  з водяною парою. Причиною утворення  $\text{NO}_3$  в атмосфері є окиснювання оксидів азоту, що виділяються з ґрунту, підприємств, автотранспорту.

Кислоти, які випадають з кислотними дощами, потрапляють у ґрунти і водойми, де в ході хімічних реакцій утворюють нітрати.

Стічні води:

Стічні води – це води, що утворюються в процесі господарсько-побутової та

виробничої діяльності, а також атмосферні опади як потрапляють в каналізацію. В своєму складі вони містять різні хімічні, біологічні, механічні домішки.

Через те, що в більшості підприємств очисні споруди є застарілими, а на деяких підприємствах вони взагалі відсутні, ці стічні води скидаються у природні водойми. Серед забруднювачів, які містяться у стічних водах чинне місце займають нітрати.

Добрива:

Добрива – це органічні і не органічні речовини, які використовують для збільшення врожаю і покращення його якості.

Широкого поширення набуло використання азотних і органічних добрив (органічні добрива під впливом нітрофікуючих організмів перетворюються на нітрати). Проблемою використання добрив є [6]:

- недосконалість технології транспортування, зберігання, змішування і внесення добрив;
- порушення агрономічної технології їх внесення в сівозміні і під окремі культури.

Через недосконалість технології транспортування, зберігання відбуваються великі втрати добрив. Ці добрива виливаються в навколишнє середовище, забруднюючи ґрунти і водойми.

Порушення агрономічної технології внесення добрив в сівозміні і під окремі культури призводить до нагромадження добрив у ґрунтах. Нітрати в ґрунті здатні вимиватись забруднюючи великі території (в тому числі і водні об'єкти).

В Україні основним джерелом забруднення води нітратами вважається сільське господарство.

В Україні добре розвинуте землеробство, орні землі займають близько 33 млн. га (майже половина всіх земель України). На цих землях, через недотримання технології використання добрив, відбувається накопичення нітратів. Ці нітрати забруднюють підземні і поверхневі води, які є джерелом води для великої кількості населення.

В сільській місцевості України джерелом питної води є колодязі, які



поповнюються завдяки підземним водам. Як зазначалось раніше, ці підземні води містять в собі велику кількість нітратів, які потрапляють в них з полів.

Ще одним джерелом забруднення води в колодязях є промислове тваринництво. В Україні промислові ферми зараховують до об'єктів підвищеної екологічної небезпеки. Особливу небезпеку несуть ферми розміщені біля населених пунктів і водойм. Відходи (гній, послід) з цих підприємств зберігаються в навколишньому середовищі у спеціальних «лагунах», звідки можуть потрапляти у підземні і поверхневі води несучи з собою великі концентрації нітратного азоту [7].

Приблизно на половині території України в колодязях підвищений рівень нітратів. У деяких районах Прикарпаття спостерігаються перевищення вмісту нітратів в колодязній воді до 55 - 100 мг/дм<sup>3</sup>, а ось вже в Черкаській області показники досягають 180 - 5600 мг/дм<sup>3</sup>. Такі рівні є токсичними для дорослої людини, а тим більше для дитини (рис.1.1.) [8].

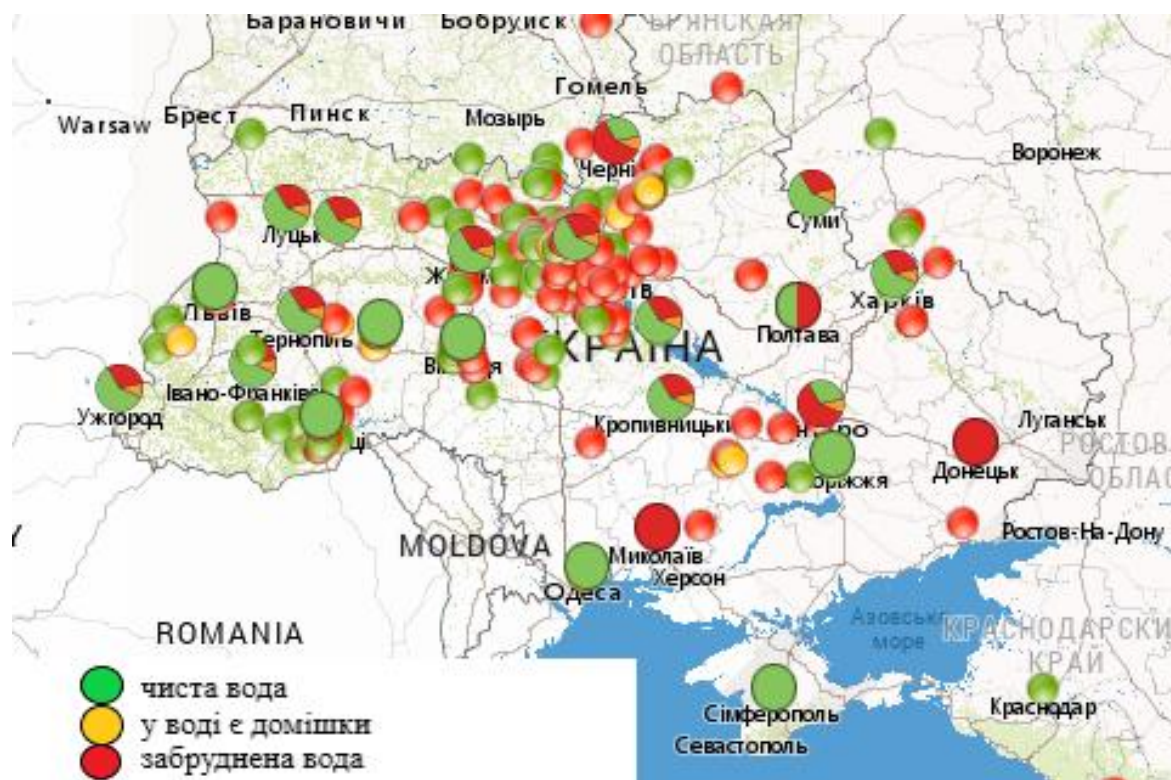


Рис.1.1. Наявність нітратів в колодязях

Водопровідна вода на території України також має перевищення гранично допустимих концентрацій нітратів. Ці перевищення зумовлені тим, що у водойми, з яких ведеться водозабір, скидаються не очищені стічні води, які в своєму складі містять хімічні забруднювачі, в тому числі і нітрати. Також у водойми потрапляють змиви з полів під час дощів і поливу. Очисні споруди, які стоять на водозабірних станціях, не можуть в повній мірі очистити цю воду, через те що водопровідно-каналізаційна структура в Україні є не досконалою (очисні споруди і технологія очищення та знезараження застарілі).

На сьогодні перевищення вмісту нітратів в водопровідній воді зустрічаються в таких областях: Київській, Харківській, Кіровоградській, Херсонській, Черкаській, Чернігівській, Хмельницькій і Чернівецькій (рис.1.2.) [8].



Рис.1.2. Найвність нітратів у водопровідній воді

Води з глибоких свердловин (артезіанські) також уражені нітратами. Більше половини свердловин України мають перевищення допустимої концентрації нітратів. Джерелом забруднення нітратами для цих свердловин, як і для колодязів, є сільське господарство. Найбільше забруднення води свердловин нітратами, спостерігається в Київській області (рис.1.3.) [8].

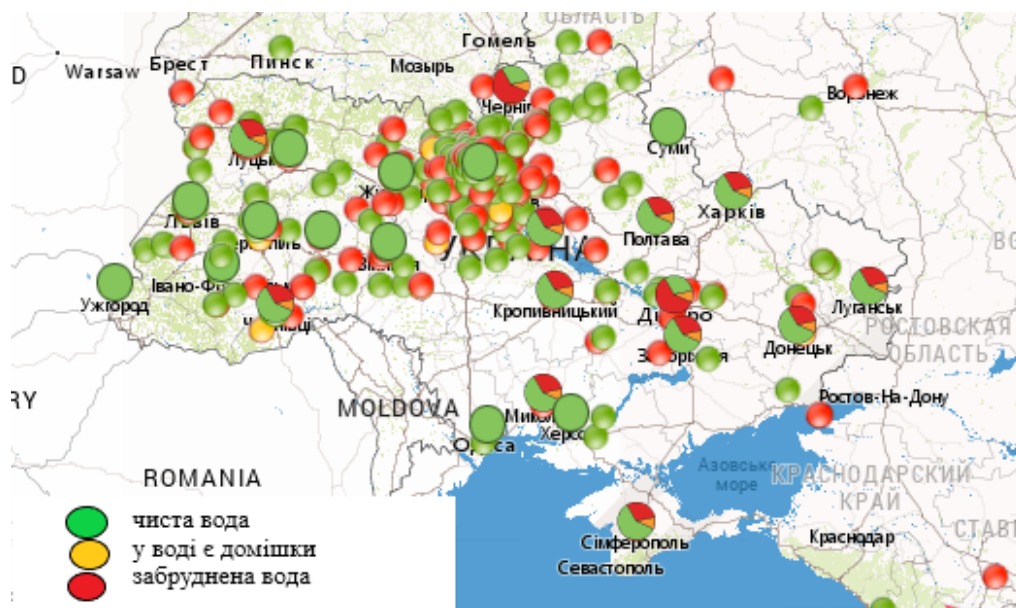


Рис.1.3. Наявність нітратів в свердловинах

Також джерелом ураження води нітратами в Україні є несанкціоновані сміттєзвалища. На відмінно від полігонів твердих побутових відходів, на них не обладнанні інженерні спеціалізовані споруди для зберігання відходів, та не забезпечуються запобігання негативного впливу відходів на довкілля. Фільтрат з цих сміттєзвалищ потрапляє у ґрунти, ґрунтові і навіть підземні (артезіанські) води. Під час опадів фільтрат вимивається з сміттєзвалища в відкриті водойми (якщо такі є поблизу). Таким чином сміттєзвалища є джерелом нітратів для всіх типів водопостачання.

Варто відзначити, що вода забруднена нітратами нічим не відрізняється від звичайної води. Вона має приємний смак, не має запаху і зміни кольору.

#### 1.4. Характеристика впливу нітратів на здоров'я населення

Нітрати мають досить токсичну дію на організм людини. Їх токсична дія полягає в тому, що в травному тракті вони частково відновлюються до нітритів. Нітрити мають більшу токсичну дію ніж нітрати.

Разове потрапляння до організму великої концентрації нітратів призводить до

гострого отруєння. Симптомами гострого нітратного отруєння є:

- Виражена синюшність шкіри і слизових оболонок (в рідких випадках шкіра може ставати блідою);
- Загальна слабкість організму, сонливість (в дітей можлива неспокійна поведінка);
- Головокружіння, сильна головна біль, потемніння в очах;
- Задишка;
- Порушення координації рухів;
- Зниження артеріального тиску;
- У важких випадках спостерігаються судоми, втрата свідомості [9].

Гостре отруєння проявляється через 6 годин після потрапляння в організм.

При тривалому вживанні забрудненої води нітратами виникає хронічна інтоксикація організму, яка призводить до цілого ряду порушень.

Одним з основних наслідків споживання нітратів є утворення метгемоглобіну. Він утворюється, коли нітрат іони окиснюють гемоглобін в еритроцитах людини, внаслідок чого порушується транспорт кисню до тканин людини. Як наслідок відбувається порушення роботи нервової системи та ферментного синтезу. Підвищений рівень метгемоглобіну в організмі називають метгемоглобінеєю [10].

Для здорової людини рівень метгемоглобіну становить 3-4%. Якщо цей рівень підвищується до 10 % то у людини спостерігається синюшність шкіри, яка викликана кисневою недостатністю в тканинах. Якщо цей рівень підвищується ще на 20 – 50% то до синюшності шкіри додаються такі симптоми: головні болі, слабкість, тахікардія, задишка, запаморочення, можлива втрата свідомості.

Найбільш уразливими до цієї хвороби є діти до 3 років. У немовлят нема достатньої кількості ферментів для перетворення метгемоглобіну. Це призводить до його накопичення в організмі. Для дітей наявність 25 – 40% метгемоглобіну в організмі може стати летальною.

Потрапити до організму дітей нітратами можуть через воду яку використовують для пиття і приготування сумішей. Здебільшого це вода з колодязів. Хибною думкою є те, що після кип'ятіння така вода стає безпечною і її можна використовувати.

Кип'ятіння навпаки призводить до збільшення токсичної дії нітратів у воді.

Вживання такої води також дуже шкідливе для вагітних жінок. Нітрати та нітроти можуть впливати на розвиток плоду, можуть бути причиною викиднів.

Також чутливими до вмісту метгемоглобіну є люди похилого віку, особливо ті які мають анемію, хвороби дихальних та серцево-судинних систем.

Перевищена концентрація нітратів в організмі може призвести до низки захворювань: гастриту, виразки, захворювання печінки і жовчних шляхів, викликають захворювання і порушення функціонування нирок.

Також нітрати можуть бути причиною появи нервових розладів. Може виникнути дратівливість, швидка втомлюваність, зниження розумової активності та працездатності [11].

Для того, щоб уберегти себе від отруєнь нітратами, рекомендується:

- 1) Не вживати воду з невідомих децентралізованих джерел водопостачання або тих, що мають перевищення гранично допустимої концентрації вмісту нітратів;
- 2) Бажано проводити перевірку якості питної води, для того щоб бути впевненим у відсутності в ній нітратів;
- 3) Для дітей віком до 3 років бажано використовувати бутильовану воду, яка має документацію, що підтверджує якість води та її безпечність для здоров'я;
- 4) Важливо дотримувати дистанцію між колодязем та джерелами забруднення, які розміщені на присадибних ділянках (купи гною, вигрібні ями, надвірні туалети). Відстань між ними повинна бути не менше 20м. Якщо такої дистанції немає, потрібно вжити заходів з їх ліквідації [12].

Якщо в воді містяться нітрати, її можна очистити за допомогою методу зворотного осмосу.

Суть методу полягає в тому, що вода проходить через дрібнопористе волокно (напівпроникні мембрани). Розмір пор від 0,001 до 0,0001 мкм. Завдяки таким розмірам пор, фільтр здатний вловлювати до 99,8% домішок, в тому числі і нітратів. Такий метод можна використовувється не тільки в промисловості, а й в побуті [13].

## **1.5. Висновки до розділу 1.**

1. Вода – це унікальна речовина планети Земля, що виконує життєво необхідні функції і є необхідною для росту і розвитку живих організмів.

2. Нормування якості питної води обов'язково проводиться за групами встановлених показників задля безпечного її використання та вживання.

3. Нітрати є одним із найнебезпечнішим джерелом забруднення води.

4. Основними джерелами забруднення води нітратами є сільське господарство та порушення правил внесення нітратних добрив у ґрунти.

## РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ НІТРАТІВ

Інтенсивний розвиток сільського господарства став причиною надмірного навантаження на природне середовище. Надмірне використання агрохімікатів стало причиною забруднення продуктів харчування і водою нітратами.

На сьогодні, через надмірне забруднення нітратами, всі продукти харчування і питна вода потребують визначення і контролю вмісту нітратів перед споживанням.

Нітрати в невеликих кількостях є не токсичними, вони не викликають інтоксикації організму і присутні майже у всіх продуктах, що споживає людина. Але на жаль, на сьогодні вміст нітратів у продуктах харчування і питній воді значно перевищує норму і призводить до гострих отруєнь організму. Тому, дуже актуальним є питання визначення вмісту нітратів у питній воді і продуктах харчування.

Для того, щоб визначити вміст нітратів у воді використовують такі методи:

- Фотометричний метод;
- Хроматографічний метод;
- Електрохімічний метод;
- Потенціометричний метод;

Всі вище зазначені методи використовуються для лабораторного дослідження вмісту нітратів. Лабораторне дослідження є досить затратним і довготривалим, що створює певні незручності. Але на сьогодні існують спеціальні нітрат-тести, які дозволяють визначати вміст нітратів у продуктах харчування без звернення до лабораторій.

Завдяки цим методам можна якісно і кількісно визначити вміст нітратів і нітритів у воді і продуктах харчування.

### **2.1. Фотометричний метод**

Фотометричний аналіз – це аналіз, який ґрунтується на вимірюванні



пропускання, поглинання чи розсіювання світло досліджуваною речовиною.

Для проведення аналізу на вміст певних речовин використовується колориметрія. Суть таких досліджень полягає в візуальному спостереженні. Досліджуваний розчин забарвлюють і порівнюють забарвлення з стандартною шкалою розчинів (еталонами). Завдяки такому порівнянню можна приблизно визначити вміст досліджуваної речовини.

Для проведення більш точного кількісного аналізу вмісту досліджуваної речовини доречним є використання спектрофотометрії. Спектрофотометрія – це один з методів фотометричного аналізу, який ґрунтується на вимірюванні поглинання світла за чітко визначеною довжиною хвилі, яка відповідає максимальному поглинанню даної сполуки в ультрафіолетовій або інфрачервоній області спектра. Вимірювання проводять на спеціальних приладах – спектрофотометрах [14].

Для переведення розчину, який перевіряється на вміст нітратів, у забарвлену сполуку, на сьогодні винайдено декілька десятків забарвників. Найпоширенішим забарвником, для визначення нітратів є реактив Гріса.

Реактив Гріса - це суміш сульфатної кислоти з  $\alpha$ -нафтиламіном. Завдяки цій суміші, розчин, який досліджується, стає червоного кольору (за умови, що в ньому містяться нітрати). Чим інтенсивніше є забарвлення розчину після реакції, тим більша кількість нітратів у ньому. Візуально порівнявши отримані результати з стандартною шкалою розчинів, можна приблизно сказати вміст нітратів.

Для точного кількісного аналізу вмісту нітратів потрібно провести аналіз на спеціальному обладнанні. Тому отримані результати поміщають у спектрофотометр з довжиною хвилі 520нм. На отриманих, в результаті роботи спектрофотометра, калібрувальних графіках визначають точну кількість нітратів.

## **2.2. Хроматографічний метод**

Хроматографія – це фізико-хімічний метод розділення рідких або газоподібних сумішей, що базується на різній сорбції компонентів цих сумішей з рухомої фази, що



рухається відносно сорбента (нерухома фаза).

Для визначення нітратів використовують газову, газорідинну та іонну хроматографію.

В газовій хроматографії рухомою фазою виступає газ. Рухома фаза газової хроматографії складається з інертного газу – носія (призначений для переносу досліджуваної суміші через колонку), і зразка, що аналізується в пароподібній формі. Колонка хроматографа, через яку буде проходити газ-носій, заповнена твердою речовиною – нерухома фаза.

Розділення компонентів, в даному типі хроматографії, здійснюється при проходженні через спеціальну колонку пароподібного зразка разом з носієм, за допомогою процесів адсорбції на твердій поверхні фази і десорбції з неї. Компоненти розділяються між рухомою і нерухомою фазами і переміщуються по колонці з різними швидкостями, в залежності від природи компонентів, що підлягають розподілу, природи нерухомої фази і температури колонки.

В газорідинній хроматографії рухомою фазою, як і в газовій, є інертний газ. Різницею цього типу хроматографії від газової є те, що нерухомою фазою тут виступає рідина. Колонка хроматографа заповнюється твердим носієм, на який наносять тонкий шар нелеткої органічної рідини.

В газорідинній хроматографії фізико-хімічні процеси відрізняються від газової. Замість процесів адсорбції газів або парів на поверхні твердого сорбенту і десорбції з неї, в колонці відбувається процес розчинення газів чи парів, що розділяються, у всій масі тонкого шару рідини нерухомої фази і виділення їх.

Ефективність розділення та кількість компонентів, які може визначити за допомогою таких типів хроматографії залежить від довжини колонки. Чим довша колонка, тим ефективніше буде проходити процес розподілу.

Пробу, яку потрібно досліджувати, вводять в хроматограф через випаровувач. Це може бути камера, яка розташована окремо від колонки, а може слугувати початок самої колонки.

Метод газової та газорідинної хроматографії не дозволяє кількісно визначити вміст елементів в суміші. Завдяки такому методу можна визначити які саме

компоненти містяться в досліджуваній суміші. Ідентифікація компонентів проводиться за часом утримання – час від моменту введення проби до моменту елюювання речовин до максимальної концентрації. Якщо такий час не відомо, то тоді після виходу з колонки компонент збирають і досліджують інфрачервоним спектром.

Іонообмінна хроматографія – це метод хроматографічного розділення, заснований на оборотному стехіометричному еквівалентному обміні іонів, які містяться в електроліті, і рухомих іонів, присутніх в сорбенті (іонообміннику).

Іонна хроматографія – колонкова іонообмінна хроматографія з кондуктометричним детектуванням розділених іонів.

Суть іонної хроматографії полягає в тому, що розділення суміші іонів розчину, засноване на неоднаковій здатності до обміну з іонами іоніту (іонообмінника) і відбувається за рахунок різних швидкостей переміщення компонентів у колонці у відповідності з їх значеннями коефіцієнтів розподілу.

Іоніт (іоннообмінники) складається з каркасу, який володіє позитивним чи негативним зарядом, що компенсується зарядом іонів протилежного знаку, тому іони електронейтральні. Здатність іоніту до обміну протиіонів (іони іоніту, які компенсують заряд каркаса і здатні до обміну) на іони з розчину спричинена тим, що протиіони володіють певною рухливістю у межах каркасу [15].

### **2.3. Електрохімічний метод**

Електрохімічний метод аналізу ґрунтується на процесах, що протікають на електродах чи між електродом простору. Такий метод аналізу є простим і має високу точність. Перевагою такого методу аналізу від інших методів, є те, що в ньому використовується електричний вплив і результати цього впливу подаються у вигляді електричних сигналів, що забезпечує високу точність і швидкість відліку, дає широкі можливості для автоматизації.

Електрохімічний аналіз розчину проводять в спеціальних електрохімічних кюветах, що складаються з посудини з розчином електроліту, в яку занурені

електроди (повинно бути не менше 2 електродів).

Для визначення нітратів таким методом застосовують вольтамперометрію. Завдяки вольтамерометрії можна визначити кількісно вміст речовин в розчині. Перевагою такого методу є те, що підібравши потенціал, можна вибрати тільки одну речовину яка буде брати участь в електрохімічній реакції.

Дослідження речовин вольтамперним методом засноване на вивченні поляризованих або вольтаперних кривих, які отримуються в процесі електролізу розчину аналізованої речовини при поступовому підвищенні напруги з одночасною фіксацією сили струму. Розклад досліджуваних речовин проводять з використанням легкополяризованого електрода з невеликою поверхнею, на якому відбувається електровідновлення або електроокиснення речовини.

Природу деполяризатора відображає потенціал піку його окиснення (відновлення), таким чином, знаючи потенціали піків речовини в даних умовах можна ідентифікувати якісний склад аналізованого об'єкта порівнявши ці піки з табличними даними. При правильному підборі фонового електроліту на отриманому графіку можна спостерігати роздільні піки компонентів суміші.

Для кількісного аналізу користуються висотою поляграфічної хвилі. У кількісному аналізі можуть бути використані всі прийоми визначення концентрації: порівняння з еталоном, метод стандартних серій, метод добавок [16].

## **2.4. Потенціометричний метод**

Потенціометрія – це різновид електрохімічного аналізу, який визначає концентрацію іонів у розчинах і ґрунтується на вимірюванні електродних потенціалів.

Схема потенціометричного вимірювання складається з індикаторного електрода, електрода порівняння та прилада, який вимірює значення потенціалів. Електрод порівняння в таких приладах повинен мати постійний потенціал. Як індикатори використовують електроди, в яких потенціали залежать від активності відповідного іона. Для визначення вмісту нітратів таким методом використовують

як індикаторний електрод – іонселективний електрод. Іонселективний електрод є досить чутливий до нітрат-іонів у водному середовищі.

Процес вимірювання відбувається таким чином: індикаторний електрод занурюють в досліджуваний розчин, за допомогою електролітичного містка приєднують до розчину електрод порівняння. Далі в процесі титрування відбуваються скачки потенціалів, які зображують графічно [16].

Знаючи потенціал електроду порівняння можна знайти значення потенціалу індикаторного електроду і за допомогою рівняння Нернста (2.1) розраховують концентрацію іонів в розчині.

2.1

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \alpha_{Me}^{n+}$$

Де:  $E$  – електродний потенціал (В);

$E^0$  – стандартний електродний потенціал (В);

$R$  – універсальна газова стала (Дж/К);

$T$  – абсолютна температура (К);

$F$  – число Фарадея (Кл/моль);

$n$  – кількість електронів, які беруть участь в електрохімічному процесі;

$a$  – активність іонів.

Потенціометричний метод дослідження дає досить точні результати, але він є досить трудомісткий.

## 2.5. Нітрат-тестери

Попередні варіанти дослідження вмісту нітратів проводяться в лабораторних умовах. Якщо немає можливості звернутись до лабораторії для перевірки води або їжі на вміст нітратів, можна використовувати нітрат-тестери. На сьогодні існує безліч нітрат-тестів, за допомогою яких в побуті можна визначити вміст нітратів.

Нітрат-тестери є досить зручним в використанні. Вони є компактними, повністю автоматизовані і прості в використанні, дають майже точний результат

вимірювання. Завдяки використанню таких тестів можна швидко і якісно провести тест на нітрати без звернення в лабораторію.

Аналіз в нітрат-тестах проводиться на основі вимірювання провідності змінним високочастотним струмом у продуктах, що вимірюються. Контакт з продуктом, який підлягає аналізу, проводиться за допомогою вимірювального зонду, який в більшості випадків знаходиться знизу пристрою. Після вимірювання пристрій видає методом індикації рекомендації про придатність до споживання:

- Зелений – досліджуваний продукт містить допустиму кількість нітратів;
- Жовтий – концентрація нітратів на межі допустимої норми, споживання таких продуктів потрібно обмежити;
- Червоний – високий рівень вмісту нітратів, такі продукти не придатний для використання.

В основі роботи пристрою лежить метод іонометрії. Цей метод заключається в миттєвому вимірюванні кількості нітрат-іонів за допомогою ємкості комірки електричного ланцюга змінного струму високою частотою.

Також крім спеціальних приладів існують тестові смужки, які дозволяють побутових умовах визначити вміст нітратів у воді. В основі роботи таких смужок лежить колориметричний метод аналізу. Смужки занурюються у воду, яку потрібно дослідити, на декілька секунд. Потім потрібно почекати доки смужки не висохнуть і не забарвляться. Отримане забарвлення порівнюють з еталонною шкалою, яка повинна бути на упаковці з такими смужками. Таке порівняння дає можливість кількісно визначити вміст нітратів.

Хоч і нітрат-тести мають ряд переваг, не всі з них показують правильний результат. Тому краще за все звертатись до лабораторій для проведення точного і достовірного аналізу [17].

## **2.6. Характеристика районів Київської області**

Київська область є однією з областей України і знаходиться у північній її частині. Вона лежить в середній течії Дніпра (більша частина на правому березі).

Київська область займає площу в 28,1 тис.км<sup>2</sup>, що складає майже 5% території всієї України. Чисельність населення області складає 1 754 284 осіб.

Київська область межує з Чернігівською, Полтавською, Черкаською, Вінницькою та Житомирською областями України і з Гомельською областю Білорусії.

За характером рельєфу область можна поділити на три частини:

- північна частина – займає Поліська низовина;
- Лівобережжя – займає Придніпровська низовина;
- Південно-західна частина – займає Придніпровська височина.

До складу Київської області входить 25 районів: Баришівський, Білоцерківський, Богуславський, Бориспільський, Бородянський, Броварський, Васильківський, Вишгородський, Володарський, Згурівський, Іванківський, Кагарлицький, Києво-Святошинський, Макаріївський, Миронівський, Обухівський, Переяслав-Хмельницький, Поліський, Рокитнянський, Сквирський, Ставищенський, Таращанський, Тетіївський, Фастівський, Яготинський (рис 2.1.).

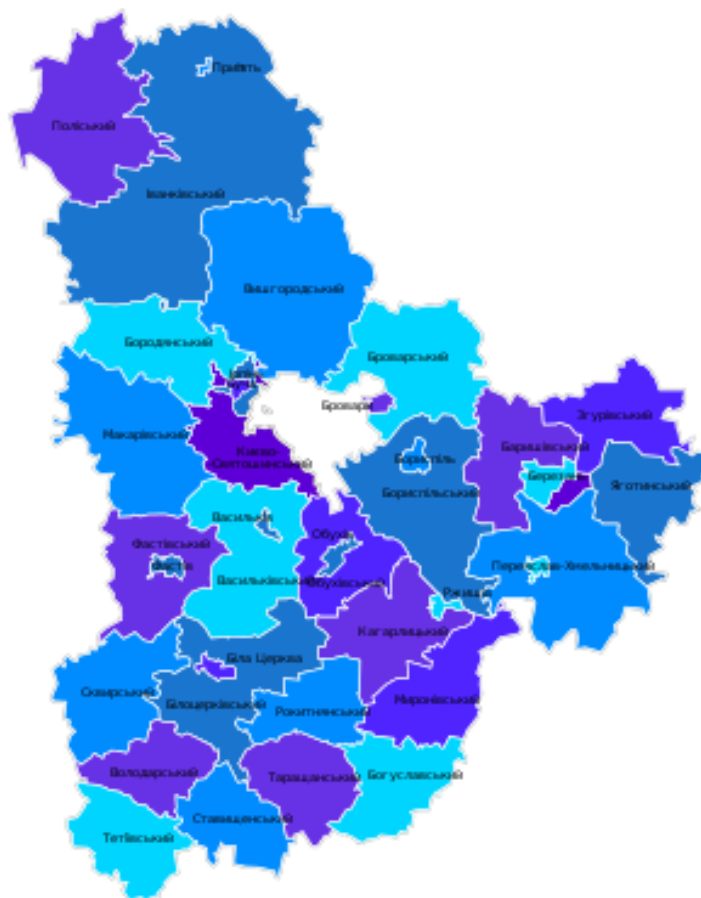


Рис. 2.1. Райони Київської області

Територія області має своєрідну геологічну будову. Південно-західна частина області відноситься до Українського щита (займає більшу частину області). Східна частина області належить до Дніпровсько-Донецької западини (Яготинський, Згурівський, Баришівський, Переяслав-Хмельницький, Броварський і Борисільський райони).

Поверхня Придніпровської височини розчленована густою мережею річкових долин і балок. Глибина таких розчленувань поверхні досягає 100 - 110 м.

Поверхня Поліської низовини має розчленування значно меншої глибини. У формуванні такої будови поверхні відіграють долини Дніпра, Прип'яті, Ужу, Тетерева, Здвижу, Ірпеня. На поверхні в долинах річок поширені піщані вали, горби і пасма висотою 20 – 25м.

Придніпровська низовина являє собою терасову рівнину з досить слабкими коливаннями висоти. Поверхня майже немає розчленувань.

Київська область є досить багатою на корисні копалини. Тут добуваються переважно будівельні матеріали: грант, гнейси, коаліни, глину, пісок. Також на території області є значні поклади торфу.

В області переважає помірно континентальний тип клімату з м'якою зимою і теплим літом.

Область характеризується розвинутою гідрологічною мережею (177 річок довжиною більше 10 км). Малі річки області відносяться до басейну Дніпра і Південного Бугу. Для забезпечення водою населення дуже широко використовуються підземні води [18].

В геологічній будові Київської області виділяються три водних горизонта: Полтавський та Бучакський (води не мають напору), а також води Сенноманських водоносних горизонтів (води з напором – артезіанські води).

Полтавський водоносний горизонт має глибину залягання від 30 до 50м. води в ньому поповнюються з рахунок просочування води з поверхневих ґрунтових вод. Бучаківський водоносний горизонт має глибину залягання від 60 до 90м. Сенноманські (артезіанські) водні горизонти залягають на глибині більше 100м [19]. Глибина залягання показана на рисунку 2.2.





Рис. 2.2. Водоносні горизонти Київської області

Використання підземних вод для забезпечення потреби в питній воді може нести загрозу для здоров'я людей. В основному в районах Київської області використовують Полтавські водоносні горизонти для забезпечення потреб в питній



воді. Води цих горизонтів сильно забруднені змивами з полів і ферм. В основному від цих забруднень страждають води таких районів: Броварського, Обухівського, Києво-Святошинського, Макарівського, Васильківського, Білоцерківського, Вишгородського.

На території області добре розвинуте сільське господарство. В області відбувається вирощування зернових, кормових і технічних культур. Також добре розвинуті фермерські підприємства.

В Білоцерківському районі функціонують великі фермерські підприємства: ТДВ «Терезине» і ТОВ «Острійківське» (вирощують велику рогату худобу), ТОВ «Еліта» і ТОВ «Селекційний центр свинарства» (займаються розведенням свиней). Крім того на території району функціонує більше 10 малих фермерських підприємств [20].

В Броварському районі добре розвинуте птахівництво. На території району працюють 3 великі птахоферми: Сільськогосподарський виробничий кооператив «Євминка», ТОВ «Княжицьке», ТОВ «Птахофабрика КиївАГРО». Також на територіях району є невеликі ферми, на яких відбувається вирощування великої рогатої худоби (ДП «Племінний завод «Плосківський»»), свиней (Публічне акціонерне товариство «Агрокомбінат «Калита»»), ПП «ГІЛЕЯ ІНВЕСТ») а також овець (ТОВ «Карасик», ТОВ «Княжицьке») [21].

А от в Васильківському районі Київської області переважає розведення великої рогатої худоби. До найбільших ферм, які вирощують в Васильківському районі велику рогату худобу, належать ТОВ «АГРО – СМТ», Приватне сільськогосподарське підприємство «Агрофірма «Світанок»», ТОВ «Торговий дім «Фінпром»»). Також на території району є велика птахофабрика ПАТ «Птахофабрика «Україна»», дві невеликі ферми, які займаються вирощуванням свиней [22].

У Вишгородському районі фермери займаються вирощуванням птахів. На території району розміщено 5 птахофабрик [23].

Фермери Києво-Святошинського району займаються вирощуванням свиней (Приватне сільськогосподарське підприємство «МОЛНІЯ – 1», ТОВ «Северлюкс-генетик», ТОВ «Агроленд»), великої рогатої худоби (ТОВ «Агрофірма ім. Горького»,

ТОВ «Дельтафрут», ПП «ВКФ Альянс», ПП «АГРОПРОМ+»), є дві кінні ферми [24].

В Макарівському районі в зосереджені підприємства, які займаються розведенням птахів (ТОВ «Ясногорська страусова ферма», ТОВ «Агрокомплекс Фенікс», ТОВ «Агрофірма «Макарівська»», ТОВ «Слов'яни», і овець (Фермерське господарство «Клімов 2005», Фермерське господарство «Бах і сім'я») [25].

Обухівський район має на своїй території 4 ферми на яких вирощують велику рогату худобу, 3 ферми по вирощуванню свиней і 2 кінні ферми [26].

## **2.7. Висновки до розділу 2.**

1. Основними методами визначення нітратів є фотометричний, хроматографічний електрохімічний метод та потенціометричний методи.

2. Кількісно визначити вміст нітратів у продуктах харчування можливо за допомогою нітрат-тестерів.

3. Київська область характеризується наявністю добре розвинутих фермерських господарств і, як наслідок, підвищений вміст нітратів у воді.

## РОЗДІЛ 3.

# ОЦІНКА РИЗИКУ СПОЖИВАННЯ ПИТНОЇ ВОДИ З ПІДВИЩЕНИМ ВМІСТОМ НІТРАТІВ НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

### 3.1. Ризик. Оцінка ризику

Під поняттям «ризик» розуміють настання небажаної події, яка несе негативні наслідки, в результаті певних дій. Виходячи з цього можна сказати, що екологічний ризик – це ймовірність негативних змін довкілля, в наслідок антропогенного чи іншого впливу.

На сьогодні розрізняють такі види екологічного ризику:

- 1) прийнятний екологічний ризик – це ризик, рівень небезпеки якого є виправданий у конкретному суспільстві в конкретний період часу;
- 2) гранично-допустимий ризик – максимальний рівень прийнятного ризику. Такий ризик не повинен перевищувати допустимі рівні небезпеки;
- 3) незначний екологічний ризик – мінімальний рівень прийнятного ризику. Його визначають як 1% від гранично-допустимого ризику;
- 4) індивідуальний екологічний ризик – ризик для окремої особини.

Більшість науковців, які вивчали проблему екологічного ризику, відносять до нього:

- Ризик руйнування природних екосистем;
- Ризик для здоров'я населення;
- Ризик техногенних систем для конкретного промислового підприємства;
- Ризик у керуванні природними ресурсами;
- Ризик впливу регіональних військових конфліктів;
- Ризик екологічного тероризму.

До складових екологічного ризику можна віднести показники оцінки стану здоров'я людини (можливе число жертв), оцінку стану біоти та оцінку впливу певного забруднювача на людину і довкілля [27].

Проведення оцінки екологічного ризику є дуже важливим, через те, що багато факторів самі по собі можуть не викликати змін в навколишньому середовищі, але можуть підсилювати вплив інших факторів.

Оцінка ризику – це якісна і кількісна оцінка ризику присутності або використання забруднювачів, яка спрямована на визначення ризику для здоров'я населення та довкілля.

При проведенні оцінки ризику потрібно перш за все звертати увагу на взаємозв'язок між людським життям і природними екосистемами, так як людина є частиною цих екосистем і зміна в них може негативно вплинути на неї.

При оцінці екологічного ризику перш за все потрібно встановити мету оцінки, ступінь і джерело ризику. Під метою в таких випадках розуміють, визначення об'єкта охорони, а також збір даних для подальшого аналізу. Далі у ході аналізу визначаються причинно-наслідкові зв'язки і ступінь завданої шкоди. Після аналізу встановлюється характеристика ризику, оцінюється можлива шкода і збитки, пов'язані з забрудненням.

Перш стадія оцінки ризику включає в себе визначення небезпеки. На цій стадії оцінки встановлюється чи є причиною змін в природному середовищі певний негативний фактор.

Якщо джерелом ризику є забрудник (якась хімічна речовина) та потрібно проводити якісний і кількісний аналіз впливу такої речовини як на людину так і на довкілля. Така оцінка має назву «доза-реакція». На етапі цього аналізу проводиться визначення рівня впливу забруднюючої речовини, який можна назвати «умовно безпечним». Тобто визначення такого рівня впливу, який не викликає негативних реакцій.

Результати, отримані під час аналізу «доза – реакція», дають загальну інформацію щодо ризику екологічної небезпеки. Завдяки отриманим даним, можна робити висновок, який вплив буде мати досліджувана речовина на людину і довкілля.

Для узагальнення отриманих даних після аналізу «доза – реакція» стосовно специфічних умов проживання населення використовують процес аналіз впливу.

Завдяки ньому характеризуються: джерела екологічної небезпеки, рівень концентрації, напрямок поширення впливу, сприятливість населення.

Останньою стадією оцінки ризику є характеристика ризику. Вона є метою всієї оцінки ризику. На цій стадії встановлюються форми і розміри очікуваного ризику. Характеристика здійснюється шляхом співставлення результатів отриманих на попередніх стадіях. В опис характеристики ризику входить його якісна і кількісна оцінка.

Кількісна оцінка ризику дозволяє робити порівняння одного ризику з іншими. Ризик може бути вимірний як імовірність виникнення певної події у певний момент часу.

Якісна оцінка дає точну характеристику небезпеки, оцінює реакцію населення на неї. Така оцінка проводиться шляхом наукових і статистичних аналізів отриманих даних на попередніх етапах. Варто усвідомлювати, що оцінка ризику не є постійною. В міру надходження нової інформації, покращення аналітичних методів оцінка ризику буде змінюватись.

Управління ризиком полягає в проведенні оцінки ризику і реагування на нього. Метою оцінки ризику є визначення загрози на яку потрібно зреагувати. Управління ризиком спрямоване на створення політики по зменшенню суспільного ризику. Для створення такої політики необхідно враховувати отримані результати характеристики ризику, технологічну придатність, грошовий вклад на впровадження технологій та інші екологічні фактори. Управління ризиком складається з багатьох заходів, які мають на меті:

- 1) Визначити який рівень ризику буде прийнятним для суспільства;
- 2) Оцінити і підібрати найкращим інструмент політики для цього досягнення.

Досягнення цієї мети не може бути повністю реалізоване. Однак існують підходи, які допомагають наблизитись до цієї мети. Деякі з підходів ухвалені законодавством.

Загальною метою управління ризиком є його зменшення. Проте для кожного виду ризику суспільні органи повинні визначати прийнятне рішення по зниженню. Ризик можна розглядати з двох сторін: можливість небезпечного впливу і

безпосередній вплив. Тому коли визначають яке зниження ризику повинне бути досягнуте, визначають можливість зниження шкідливого впливу.

Прийнятний ризик – ризик, який вважають прийнятним для суспільства. Якщо прийнятний рівень ризику полягає в його цілковитій відсутності, то такий ризик потрібно виключити. Проте виключення такого ризику може призвести до економічних проблем. Якщо прийнятним рівнем ризику вважається невелика їх кількість, тоді ті хто дозволяють такі викиди повинні нести відповідальність за такі ризики. У якості допомоги при прийнятті таких рішень використовують поняття мінімальний ризик.

Мінімальний ризик – це такий ризик, який завдає незначної шкоди, подальше зниження якої не є виправданим. Такий ризик можна прирівняти до природного ризику.

Після встановлення лінії управління, повинен бути проведений аналіз даного типу прийнятного ризику з іншими прийнятними ризиками. Після проведення такого аналізу потрібно встановити який політичний інструмент потрібно використовувати. Встановлення політичного інструменту проводиться шляхом визначення альтернативних напрямків, завдяки яким встановлюється прийнятний ризик, і вибирається найкращий з них. При ухваленні таких рішень потрібно враховувати розмір ризику, переваги та недоліки пов'язані з кожним з інструментів.

Виконання завдань управління ризиком вимагає оцінки ситуації. З економічної точки зору найважливішим є визначення:

- Рівня ризику;
- Переваги, які виникають при прийнятті певної політики;
- Втрати ,які виникають при прийнятті певної політики;
- Удосконалені стратегії (порівняльні аналізи).

Таким чином, можна визначати принципи оцінки екологічного ризику. До першого принципу оцінки входить: оцінка ступеня ризику, яка повинна бути обґрунтована з позиції наукового розуміння. Свідома і науково обґрунтована оцінка ризику дає змогу прийняти якісне рішення.

Другий принци полягає в участі громадськості. Громадськість повинна бути

залучена до оцінки ризику.

Третій принцип включає взяття за основу фактор ризику. Такий принцип дозволив би зробити управління природоохоронними заходами більш ефективним.

Четвертий принцип: гнучкі підходи до управління ризиком. Суть цього принципу полягає в тому, щоб найти більш ефективний, з позиції витрати, підхід для управління ризиком. Такий принцип має на меті, застосування заходів, за допомогою яких можна вирішити невеликі проблеми, але вони б давали великий крок вперед по вирішенню масштабних, глобальних проблем. Застосування такого принципу оцінки ризику був би досить ефективним на території України. Проблемою його застосування є недоречне законодавство. Діюче законодавство зосереджене на масштабних, фундаментальних заходах, що створює певні перешкоди в впровадженні гнучких і порівняно мало витратних заходів [28].

### **3.2. Результати досліджень питної води в Київській області**

Дослідження питної води Київської області проводилось на основі отриманих матеріалів моніторингу відповідності нормативам показників якості питної води із децентралізованих джерел за санітарно-хімічними показниками, проведені у лабораторії ДУ «Київський міський лабораторний центр МОЗ України» та дані інформаційно-аналітичного центру медичної статистики у Київській області за 2018-2019 роки.

Для дослідження були використані гігієнічні, аналітичні та статистичні методи дослідження. Для того, щоб визначити небезпеку від забруднення питної води нітратами було обрано методологію оцінки ризику, в якій за формулами (3.1, 3.2) можна визначити кількісний показник ризику. Для оцінки токсичного ефекту нітратів в результаті постійного споживання підземних вод розраховують середньодобову дозу надходження протягом 30 днів (ADD), порогову дозу (RfD) та коефіцієнт небезпеки (HQ).

Середньодобова доза розраховується за формулою:

$$ADD = \frac{C * IR * ED * EF}{BW * AT * DPY}$$

Де: *ADD* – середньодобова доза надходження хімічної речовини протягом життя, мг/кг\*доба;

*C* – концентрація речовини у питній воді, мг/дм<sup>3</sup>;

*IR* – величина споживання води, 2 дм<sup>3</sup>/добу (для дорослих), 1 дм<sup>3</sup>/добу (для дітей);

*ED* – тривалість впливу, 30 років, для дітей – 6 років;

*EF* – частота впливу, 350 днів/рік;

*BW* – маса тіла людини, 70 кг - дорослі, 15 кг – діти;

*AT* – період усереднення експозиції, 30 років – дорослі, 6 років – діти;

*DPY* – кількість днів в одному році, 365 днів/рік.

Ризик можливого розвитку незворотних змін в організм оцінюється за допомогою коефіцієнта небезпеки. Коефіцієнт небезпеки (HQ) – це відношення між середньодобовою дозою хімічної речовини до її безпечного рівня. Його можна розрахувати за формулою:

$$HQ = \frac{ADD}{RfD}$$

Де: *ADD* – середньодобова доза надходження хімічної речовини протягом життя, мг/кг\*доба;

*RfD* – порогова доза, мг/кг\*доба.

Розрахунок коефіцієнта небезпеки та оцінка ризику споживання питної води з підвищеним вмістом нітратів велись на основі останніх даних лабораторних досліджень проб води, які були відібрані з криниць і колодязів в районах Київської області [29].

При аналізі лабораторних досліджень було виявлено, що у Київській області з 29 районів перевищення ГДК вмісту нітратів у підземних водах виявились у 7



районах. Найбільший відсоток (83%) відібраних проб питної води з перевищенням допустимого вмісту нітратів від загальної кількості проведених аналізів було виявлено в таких районах області як: Києво-Святошинський, Броварський, Обухівський, Макарівський, Васильківський, Білоцерківський та Вишгородський (рис 3.1.).



Рис. 3.1. Райони Київської області, в яких у колодязях виявлено перевищення вмісту нітратів у питній воді (% до загальної кількості проведених аналізів)

Також невеликі перевищення ГДК вмісту нітратів у воді (17%) присутні у колодязях Фастівського, Рокитнянського та Володарського районів.

Формування такого хімічного складу підземних вод в районах, де виявлене перевищення вмісту нітратів може залежати від наявності у даній частині області покладів торфу, граніту та глини, які можуть насичувати підземні води певними хімічними елементами.

Ще одним важливим фактором, який вплинув на підвищення вмісту нітратів, є кліматичні зміни. За останні роки змінилась інтенсивність випадання опадів (час, за який випадає певна кількість опадів), при умов, що середньорічна кількість опадів

залишилась без змін, а також відбувається підвищення температури повітря. Ці зміни стали причиною зменшення кількості підземних вод на території районів, і особливо це видно по рівню води в джерелах децентралізованого водопостачання (деяка частина колодязів взагалі висохла). Проте, хоч води в колодязях стало менше, концентрація розчинених речовин не зменшилась, а навпаки за останні роки спостерігається тенденція до їх збільшення. Цей факт підтверджує підвищення твердості води, наявність заліза і нітратів у воді з децентралізованого водопостачання.

Всі вище перераховані фактори є не головним джерелом забруднення підземних вод. Найбільш вагомий внесок в забруднення води нітратами несуть стічні води з дворових вбиральнь, тваринницьких ферм, змиви з полів, а також недотримання власниками колодязів вимог до облаштування та утримання колодязів.

Проведений аналіз вмісту нітратів у підземних водах районів Київської області оказав, що кратність перевищення ГДК становить від 1,1 до 7,2 разів. В Києво-Святошинському районі найбільша кількість криниць, які мають перевищення вмісту нітратів, а також найвища концентрація їх у воді. З найменшим відхиленням від норми за вмістом нітратів відзначився Вишгородський район (Таблиця 3.1).

Таблиця 3.1

Вміст нітратів у питній воді децентралізованих джерел водопостачання Київської області

Райони	Концентрація нітратів, мг/дм <sup>3</sup>		Кратність перевищення ГДК, рази	
	Середня	Максимальна	Середня	Максимальна
1	2	3	4	5
Києво-Святошинський	97,75±11,56	363,7	1,95	7,19
Броварський	97,33±6,53	194	1,93	3,78

1	2	3	4	5
Обухівський	72,23±3,62	83,4	1,45	1,67
Макарівський	63,55±4,25	82,5	1,33	1,64
Васильківський	62,67±3,52	69,3	1,26	1,41
Білоцерківський	53,5±3,34	55,3	1,15	1,24
Вишгородський	52,99±2,95	53,2	1,05	1,09

### 3.3. Небезпека впливу води забрудненої нітратами на здоров'я населення

На сьогодні дуже важливо проводити моніторинг та оцінку ризиків техногенного і природного характеру. Для оцінки ризику використовуються три основні методи:

1. Математичний – проведення розрахунку вірогідності настання небезпечної ситуації;
2. Модельний – проводиться моделювання процесів і їх параметрів, які можуть стати причиною небажаних наслідків;
3. Експертний – дослідження та оцінювання вірогідності настання небажаних подій.

Для проводження оцінки ризику надзвичайних ситуацій існує певна послідовність дій:

1. З'ясування небезпеки. На цьому етапі визначається джерело ризику і чинники, їх дію на навколишнє середовище і людину, а також основні форми прояву.

2. Визначення чинників ризику, які обумовлюють порушення навколишнього середовища і визначення збитку. Виділяють 5 основних груп чинників ризику:

- Техногенні;
- Природні;
- Економічні;
- Соціальні;
- Політичні.

3. Розробка стандарту, нормативу – визначається стандарт безпеки людини і навколишнього природного середовища.

4. Визначається рівень впливу на людину і навколишнє середовище, його частота і тривалість.

5. Проводиться повна характеристика ризику надзвичайних ситуацій з використанням якісних і кількісних параметрів.

Оцінка ризику проводиться з використанням таких параметрів, як: смертність, захворюваність, народжуваність, погіршення стану навколишнього середовища, економічні втрати [30].

Оцінку ризику розвитку неканцерогенних ефектів проводиться за допомогою визначення коефіцієнта небезпеки (HQ), який відображає співвідношення між оціненою і допустимою дозою домішок.

Коефіцієнт небезпеки – це відношення дози (або концентрації) впливу хімічної речовини до її безпечного (референтного) рівня впливу [31].

Згідно з результатами оцінювання наведених в таблиці 3.2, у районах Київської області, де було виявлено перевищення вмісту нітратів за середніми даними (до 2 ГДК), HQ був більшим за 1, що згідно до норм, свідчить про середній рівень небезпеки ( $HQ > 1 - 5$ ), що може призвести до виникнення захворювань в особливо чутливої групи населення. Чим більше концентрації нітратів у питній воді, тим більше простежується тенденція до зростання ризику небезпеки.

У Києво-Святошинському районі за максимальних середньодобових доз нітратів у пробах води (7 ГДК) коефіцієнт небезпеки становить  $HQ > 6$ , що свідчить про високий рівень небезпеки (HQ від 4 до 10). Це свідчить про те, що вживання такої води може призвести до розвитку несприятливих ефектів у більшій частини дорослого населення.

Таблиця 3.2

Показники середньодобових доз і коефіцієнтів небезпеки впливу питної води з різним вмістом надлишку нітратів на здоров'я дорослого населення Київської області

Райони	Середньодобова доза, мг/кг*добу		Коефіцієнт небезпеки, HQ	
	Середня	Максимальна	Середня	Максимальна
Києво-Святошинський	2,68	9,98	1,68	6,24
Броварський	2,63	5,26	1,64	3,29
Обухівський	1,96	2,25	1,23	1,41
Макарівський	1,7	2,25	1,06	1,41
Васильківський	1,7	1,87	1,06	1,17
Білоцерківський	1,45	1,45	0,91	0,9
Вишгородський	1,4	1,5	0,88	0,94

Але найбільш чутливими до несприятливих чинників навколишнього середовища, у тому числі до вмісту нітратів у питній воді, є дитяче населення. Тому дитяче населення може служити так званим індикатором екологічного стану регіону. Проведені розрахунки показали, що середньодобові дози нітратів і коефіцієнт небезпеки набагато більші для дітей, ніж для дорослого населення (Таблиця 3.3).

Показники середньодобових доз і коефіцієнтів небезпеки впливу питної води з понаднормативним вмістом нітратів на здоров'я дитячого населення Київської області

Райони	Середньодобова доза, мг/кг*доба		Коефіцієнт небезпеки	
	Середній	Максимальний	Середній	Максимальний
Києво-Святошинський	6,26	23,26	3,91	14,54
Броварський	6,16	12,29	3,85	7,68
Обухівський	4,59	5,19	2,87	3,24
Макарівський	4,1	5,2	2,56	3,25
Васильківський	3,95	4,39	2,47	2,74
Білоцерківський	3,36	3,34	2,1	2,09
Вишгородський	3,13	3,31	1,96	2,07

У районах з підвищеним вмістом нітратів у питній воді, ймовірність прояву шкідливих ефектів у дітей більша, про це свідчить показник HQ. Найбільший ризик прояву несприятливих ефектів в більшості дітей в Києво-Святошинському та Броварському районах Київської області.

Крім дитячого населення до нітратів є дуже вразливі вагітні жінки. Нітратна інтоксикація може призвести до викиднів або мертво народження. Довготривале споживання води з перевищеним вмістом нітратів також негативно впливає на чоловічу половину населення. Нітрати впливають на функції сім'яників і можуть бути одною з причин безпліддя.

Також нітрати мають імунодепресивну дію, яка проявляється в значному зниженні стійкості організму до дії канцерогенних та мутагенних агентів, що є причиною розвитку різноманітних захворювань та скорочення тривалості життя. Через це було проведено оцінку рівня популяційного здоров'я населення за медико-

демографічними показниками (народжуваність і смертність) за період 2010 – 2019 рік (рис. 3.2.)

Проведена оцінка демографічних показників у районах Київської області, в яких знайшли перевищення вмісту нітратів у питній воді, дозволила встановити, у 2010 і в 2019 роках смертність на 1000 населення перевищувала народжуваність (рис.3.1.). при цьому, показник смертності в цих районах був більший ніж середній показник по області, а народжуваності навпаки менший. Також варто звернути увагу на те, що показник народжуваності в 2010 році були вищими ніж в 2019. Тому можна сказати, що таке перевищення нітратів у питній воді призводить до скорочення чисельності населення і є причиною погіршення здоров'я людей.



Рис. 3.2. Медико-демографічні показники по районах Київської області з підвищеним вмістом нітратів у воді колодязів за 2010 і 2019 роки

### **3.4. Висновки до розділу 3.**

1. При дослідженні води на вміст нітратів у Київській області у 7 районах (Києво-Святошинський, Броварський, Обухівський, Макарівський, Васильківський, Білоцерківський та Вишгородський) було виявлено перевищення гранично допустимої концентрації.

2. При розрахунку коефіцієнту небезпеки було з'ясовано, що високий рівень небезпеки спостерігається у Києво-Святошинському районі, середній рівень небезпеки у Броварському, Обухівському, Макарівському та Васильківському районах.

3. З'ясовано, що високий рівень небезпеки від впливу питної води з підвищеним вмістом нітратів на здоров'я дитячого населення Київської області спостерігається у Києво-Святошинському та Броварському районах.



## ВИСНОВКИ

1. За результатами досліджень зразків підземних джерел води у Київській області з'ясовано, що у 7 з 29 районів зафіксовано підвищений вміст нітратів.

2. При розрахунку коефіцієнту небезпеки було з'ясовано, що високий рівень небезпеки спостерігається у Києво-Святошинському районі, середній рівень небезпеки у Броварському, Обухівському, Макарівському та Васильківському районах.

3. З'ясовано, що високий рівень небезпеки від впливу питної води з підвищеним вмістом нітратів на здоров'я дитячого населення Київської області спостерігається у Києво-Святошинському та Броварському районах.

## СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення: Закон України від 10 лютого 2002 р. №2918-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2918-14>
2. Про затвердження Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10): Наказ міністерства здоров'я України від 12 травня 2010 р. №452/17747. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>
3. Популярно про якість води: веб-сайт. URL: <https://ecosoft.ua/ua/blog/populyarno-o-kachestve-vody/> (дата звернення: 30.05.2020).
4. Важкі метали у воді: веб-сайт. URL: <https://ecosoft.ua/ua/blog/tyazhelye-metally-v-vode/> (дата звернення: 30.05.2020).
5. Нітрати у воді: веб-сайт. URL: <https://ecosoft.ua/ua/blog/nitraty-v-vode/> (дата звернення: 15.04.2020).
6. Экологические проблемы при использовании минеральных удобрений: Пути возможного загрязнения окружающей среды удобрениями и мероприятия по его предотвращению: веб-сайт. URL: [https://agromage.com/stat\\_id.php?id=548](https://agromage.com/stat_id.php?id=548) (дата звернення: 15.04.2020).
7. Зовнішнє середовище: веб-сайт. URL: [https://ciwf.in.ua/?page\\_id=491](https://ciwf.in.ua/?page_id=491) (дата звернення: 15.04.2020).
8. Карта качества воды: веб-сайт. URL: <https://voda.org.ua/region> (дата звернення: 15.04.2020).
9. Вплив нітратів на організм людини: веб-сайт. URL: <https://dpssc.gov.ua/pres-tsentr/novyny/1115/vplyv-nitrativ-na-orhanizm-liudyny.html> (дата звернення: 15.04.2020).
10. Водно-нітратна метгемоглобінемія у дітей: веб-сайт. URL: <https://kazatin-rda.gov.ua/novyny-ta-oholoshennya/novosti/vodnonitratna-methemohlobinemiya-u-ditey/> (дата звернення: 15.04.2020).

11. Нітрати у питній воді – небезпека для дітей та дорослих: веб-сайт. URL: <http://rdabershad.gov.ua/en/administratyvni-posluhy/68-novyny/ostanni-novii/8653-nitraty-u-pytnii-vodi-nebezpeka-dlia-ditei-ta-doroslykh> (дата звернення: 15.04.2020).
12. Нітрати у питній воді!: веб-сайт. URL: <https://pogrda.gov.ua/index.php/819-nitraty-u-pytnii-vodi> (дата звернення: 15.04.2020).
13. Чи можна пити воду з великим вмістом нітратів?: веб-сайт. URL: <https://ekspertiza.com.ua/uk/tse-korisno-znati/711-chy-mozhna-pyty-vodu-z-velykym-vmistom-nitrativ> (дата звернення: 15.04.2020).
14. Мураєва О. О. Конспект лекцій з дисципліни «Фізико-хімічні методи аналізу води» (для студентів 2 – 3 курсів денної та заочної форм навчання напряму підготовки 6.060103 – Гідротехніка (водні ресурси)) / О. О. Мураєва; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 64с.
15. Мінаєва В. О. Хроматографічний аналіз: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2013. 284 с.
16. Студеняк Я.І., Воронич О.Г., Сухарева О.Ю., Фершал М.В., Базель Я.Р. Практикум з аналітичної хімії. Інструментальні методи аналізу. Ужгород, 2014. 129 с.
17. Нітрат-тестер: веб-сайт. URL: [https://www.novator-tm.com/index\\_uk.php?id=medical-nitrate-tester](https://www.novator-tm.com/index_uk.php?id=medical-nitrate-tester) (дата звернення: 21.05.2020).
18. Географічна характеристика Київської області: веб-сайт. URL: <http://universum.kiev.ua/2009-09-18-12-57-46/2013-01-31-11-57-35/127-2013-12-19-14-27-21.html> (дата звернення: 30.05.2020).
19. Карта водных горизонтов: веб-сайт. URL: <https://1kbk.com.ua/category/karta-vodnyx-gorizontov/> (дата звернення: 30.05.2020).
20. Животноводческие фермы в Белоцерковском районе: веб-сайт. URL: [https://tripoli.land/farmers/zhivotnovodcheskiye\\_fermy/kievskaya/belotserkovskiy](https://tripoli.land/farmers/zhivotnovodcheskiye_fermy/kievskaya/belotserkovskiy) (дата звернення: 31.05.2020).
21. Животноводческие фермы в Броварском районе: веб-сайт. URL: [https://tripoli.land/farmers/zhivotnovodcheskiye\\_fermy/kievskaya/brovarskoy](https://tripoli.land/farmers/zhivotnovodcheskiye_fermy/kievskaya/brovarskoy) (дата

звернення: 31.05.2020).

22. Животноводческие фермы в Васильковском районе: веб-сайт. URL: [https://tripoli.land/farmers/zhivotnovodcheskiye\\_fermy/kietskaya/vasilkovskiy-kietskaya](https://tripoli.land/farmers/zhivotnovodcheskiye_fermy/kietskaya/vasilkovskiy-kietskaya) (дата звернення: 31.05.2020).

23. Животноводческие фермы в Вышгородском районе: веб-сайт. URL: [https://tripoli.land/farmers/zhivotnovodcheskiye\\_fermy/kietskaya/vyshgorodskiy](https://tripoli.land/farmers/zhivotnovodcheskiye_fermy/kietskaya/vyshgorodskiy) (дата звернення: 31.05.2020).

24. Животноводческие фермы в Киеве-святошинском районе: веб-сайт. URL: [https://tripoli.land/farmers/zhivotnovodcheskiye\\_fermy/kietskaya/kiievo-svyatoshinskiy](https://tripoli.land/farmers/zhivotnovodcheskiye_fermy/kietskaya/kiievo-svyatoshinskiy) (дата звернення: 31.05.2020).

25. Животноводческие фермы в Макаровском районе: веб-сайт. URL: [https://tripoli.land/farmers/zhivotnovodcheskiye\\_fermy/kietskaya/makarovskiy](https://tripoli.land/farmers/zhivotnovodcheskiye_fermy/kietskaya/makarovskiy) (дата звернення: 31.05.2020).

26. Животноводческие фермы в Обуховском районе: веб-сайт. URL: [https://tripoli.land/farmers/zhivotnovodcheskiye\\_fermy/kietskaya/obuhovskiy](https://tripoli.land/farmers/zhivotnovodcheskiye_fermy/kietskaya/obuhovskiy) (дата звернення: 31.05.2020).

27. Шапоренко О.І. Економіко-екологічні ризики: визначення, оцінка, менеджмент і принципи. Вчені записки університете «КРОК». Київ. 2014. С. 184-188.

28. Монарх В.В. Поняття і підходи до оцінки екологічного ризику. Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». 2017. №7. С. 50-53

29. Лотоцька О.В., Прокопов В.О. Оцінка ризику споживання питної води з підвищеним вмістом нітратів на здоров'я населення Тернопільської області. Тернопіль: ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет ім. І.Я. Горбачевського МОЗ України». 2018. №35. С. 21-23.

30. Методологія оцінки ризиків та їх прогноз: веб-сайт. URL: <https://studfile.net/preview/5349617/page:49/> (дата звернення: 25.05.2020).

31. Про затвердження методичних рекомендацій "Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря": Наказ міністерства здоров'я України від 13 квітня 2007 р. №184.