

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохороний
Кафедра екології та
охорони довкілля

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Аналіз впливу фторидів в питних водах на стоматологічне здоров'я населення Одеської області

Виконала студентка 3 року навчання гр. Е-41і
Спеціальність 101 – Екологія
Лубенська Мирослава Валеріївна

Керівник к.х.н., доц.,

Вовкодав Галина Миколаївна

Рецензент к.геогр. н., доц
Погорелова Марина Полікарповна

Одеса 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний

Кафедра екології та охорони довкілля

Рівень вищої освіти бакалавр

Спеціальність 101 - Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри екології та охорони довкілля

Сафранов Т.А.

"16" квітня 2020 року

ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Лубенській Мирославі Валеріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Аналіз впливу фторидів в питних водах на стоматологічне здоров'я населення Одеської області

Керівник роботи Вовкодав Галина Миколаївна, к.х.н.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти №290 -С від "23" грудня 2019 р.

2. Строк подання студентом роботи 08 червня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи: Наказ МОЗ №400 від 12.05.2010 «Про затвердження Державних санітарних норм та правил СанПіН 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною", ДСанПіН 4.4.4.-065-2000 Державні санітарні правила та норми для підприємств щодо виробництва і розливу мінеральних та штучно-мінералізованих вод. Затверджено Постановою Головного Державного санітарного лікаря України за № 65 від 18.04.2000 року, Закон України "Про Загальнодержавну програму "Питна вода України на 2006 - 2020 роки" № 2455 - IV від 03. 03. 2005

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити: вступ, поширення фтору в природі, вплив фтору на організм людини, вплив концентрації фтору в питних водах на кількість захворювань стоматологічними захворюваннями (карієс та флюороз), висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): вміст фторидів в питних водах по районах Одеської області, вміст фторидів в питних водах по районах Одеської області, розповсюдження карієсу у дітей шкільного віку в залежності від концентрації фторидів в питних водах, розповсюдження карієсу у дітей шкільного віку в залежності від концентрації фторидів в питних водах.

6. Консультанти розділів магістерської роботи

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

7. Дата видачі завдання 16 квітня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	<i>Збір та узагальнення даних про вплив фторидів в питних водах на стоматологічне здоров'я населення</i>	16.04.2020-21.04.2020	80	4 <i>(добре)</i>
2	<i>Розглянути та охарактеризувати район дослідження та вміст фтори дів в поверхневих водних джерелах</i>	22.04.2020-29.04.2020	80	4 <i>(добре)</i>
3	<i>Провести аналіз впливу фторидів в основних продуктах харчування на стоматологічне здоров'я населення</i>	30.04.20-10.05.20	80	4 <i>(добре)</i>
	Рубіжна атестація	11.05.20-16.05.20	80	4 <i>(добре)</i>
4	<i>Охарактеризувати вплив фторидів в питних водах на стоматологічне здоров'я населення Одеської області. Висновки.</i>	17.05.20-29.05.2020	80	4 <i>(добре)</i>
5	<i>Оформлення кваліфікаційної бакалаврської роботи. Підготовка доповіді та графічного матеріалу до попереднього захисту.</i>	30.05.2020-02.06.2020	80	4 <i>(добре)</i>
6	<i>Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складення протоколу і висновку керівника</i>	03.06.2020-04.06.2020	80	4 <i>(добре)</i>
7	<i>Підготовка паперової версії бакалаврської кваліфікаційної роботи і презентаційного матеріалу для публічного захисту.</i>	05.06.2020-08.06.2020	80	4 <i>(добре)</i>
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		80,0	

(до десятих)

Студент _____ Лубенська М.В
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Вовкодав Г.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Аналіз впливу фторидів в питних водах на стоматологічне здоров'я населення Одеської області (Лубенська М.В)

Актуальність теми. Дослідження українських і закордонних вчених, вказують на те, що одним з ведучих екологічних факторів у формуванні стоматологічної захворюваності є геохімічний (водний). Водночас роль окремих мікроелементів, зокрема фтору, залишається недостатньо вивченою. З огляду на розмаїтість екологічних систем, їх неоднорідність за біогеохімічними характеристиками літературні та наукові дані є дуже суперечливими.

Тому аналіз впливу фторидів в питних водах на стоматологічне здоров'я населення Одеської області є актуальною задачею для науковців та населення Одеської області.

Метою роботи є оцінка впливу фторидів в питних водах на стоматологічне здоров'я населення Одеської області.

Об'єкт дослідження – стан стоматологічного здоров'я населення Одеської області

Предмет дослідження – вміст фторидів в питних водах Одеської області.

Вихідні дані лабораторного аналізу проб води були надані Одеським НДІ стоматології та Басейновим управлінням водних ресурсів річок Причорномор'я та нижнього Дунаю.

Результати дослідження. Високий рівень захворюваності на флюороз виявлено в Тарутинському, Арцизському і Татарбунарському районах, де вміст фтору в питних водах перевищує ГДК та високий рівень захворюваності на карієс в Роздільнянському і Біляєвському районах, які відносяться до зони з низьким вмістом фтору.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, використаних літературних джерел (22 найменування). Робота містить 4 рисунків, 7 таблиць. Загальний обсяг роботи – 54 сторінки.

Ключові слова: фториди, організм людини, поверхневі води, підземні води, карієс, флюороз.

ЗМІСТ

	Стор
ВСТУП.....	7
1 ПОШИРЕННЯ ФТОРУ В ПРИРОДІ.....	8
1.1 Кругообіг фтору в природі.....	8
1.2 Фтор в породах земної кори і ґрунтах.....	11
1.3 Фтор у воді.....	13
1.3.1 Вміст фтору в атмосферних водах.....	16
1.3.2 Вміст фтору в поверхневих водах.....	16
1.3.3 Вміст фтору в підземних водах.....	17
2 ВПЛИВ ФТОРУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ	23
2.1 Фтор в організмі людини та його роль.....	23
2.1.1 Фтор в організмі людини.....	23
2.1.2 Фізіологічна роль фтору.....	25
2.1.3 Надходження сполук фтору у організм та його метаболізм...27	
2.1.4 Вплив фтору на організм людини.....	30
2.2 Фтор як фактор захворювання людей.....	33
2.2.1 Гострі отруєння фтором.....	33
2.2.2 Хронічні отруєння фтором.....	35
3 ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ ФТОРУ В ПИТНИХ ВОДАХ НА КІЛЬКІСТЬ ЗАХВОРИВШИХ СТОМАТОЛОГІЧНИМИ ЗАХВОРЮВАННЯМИ (КАРІЄС ТА ФЛЮОРОЗ).....	39
ВИСНОВКИ.....	50
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	52

ВСТУП

За даними ВООЗ, на лікування різних видів стоматологічної патології витрачається 10% усіх коштів, що асигнуються на охорону здоров'я в розвинутих країнах [1]. Світовий досвід свідчить, що за умов застосування сучасних технологій первинної та вторинної профілактики поширеність багатьох стоматологічних захворювань може бути суттєво зменшена. Однак існуючі профілактичні програми часто не досягають мети, тому що досі до кінця нез'ясованими залишаються роль екологічних факторів у розвитку стоматологічних захворювань, що загрожують виникненням порушень харчування, зниженням якості і тривалості життя [2].

Дослідження українських і закордонних вчених, вказують на те, що одним з ведучих екологічних факторів у формуванні стоматологічної захворюваності є геохімічний (водний) [1-2]. Водночас роль окремих мікроелементів, зокрема фтору, залишається недостатньо вивченою. З огляду на розмаїтість екологічних систем, їх неоднорідність за біогеохімічними характеристиками літературні та наукові дані є дуже суперечливими.

Метою бакалаврської роботи є оцінка впливу фторидів в питних водах на стоматологічне здоров'я населення Одеської області.

Об'єкт дослідження – стан стоматологічного здоров'я населення Одеської області

Предмет дослідження – вміст фторидів в питних водах Одеської області.

Вихідні дані лабораторного аналізу проб води були надані Одеським НДІ стоматології та Басейновим управлінням водних ресурсів річок Причорномор'я та нижнього Дунаю.

1 ПОШИРЕННЯ ФТОРУ В ПРИРОДІ

На земній поверхні фтор є дуже поширеним елементом. За розповсюдженістю його варто поставити на 13 місце серед інших елементів. Земна кора містить в середньому коло 0,078% фтору. Його загальний вміст у літосфері, океанах та атмосфері сягає близько 0,03%. У вільному стані фтору у природі майже немає. У надзвичайно невеликих кількостях фтор у вільному стані було виявлено лише в певних різновидах плавикового шпату. Завдяки своїй великій реакційній здатності фтор існує у природі майже виключно у формі сполук з іншими елементами [1].

1.1 Кругообіг фтору у природі

Накопичені наукою дані дозволяють скласти уявлення про рух та кругообіг фтору у біосфері. Фтор концентрується головним чином на останніх етапах магматичного процесу, внаслідок чого вулканічні утворення збагачені фтором, який входить до складу мінералів, розчинів та газових струменів.

Типовою сполукою фтору у вивержених породах є фторапатит, що утворюється при кристалізації магматичного розплаву. Фторапатити є головним джерелом фтору у біосфері. Крім того, деяка кількість фтору надходить до біосфери з термальними водами, вулканічними газами та, можливо, з космічним пилом.

Вивітрювання вивержених гірських порід призводить до руйнування раніш стійких мінералів, що містять фтор, та до утворення нових. При цьому найбільші зміни пов'язані з активною діяльністю організмів.

Фтор вивержених порід у процесі вивітрювання розчиняється у воді, з якою виноситься у моря та океани. Тут він у величезних кількостях відкладається разом з фосфором та кальцієм у скелетах морських тварин та з

відмерлими масами їх занурюється на дно, де утворюються стійкі апатитові комплекси фосфоритів. Можливий і інший шлях утворення цих сполук через процеси осадження фізико-хімічного характеру. У глибоких частинах морських басейнів завдяки високій концентрації вуглекислоти у воді міститься багато фосфорного ангідриду. При переміщенні водних мас до берегів континентів зменшується парціальний тиск вуглекислоти і фторфосфати випадають з пересичених розчинів.

В результаті геологічних процесів, наприклад підняття дна, цілі ділянки моря знову стають сушею, далі запаси фтористих сполук знову розчиняються і виносяться підземними водами у моря і океани.

Таким є великий цикл кругообігу фтору у природі, що здійснювався протягом геологічних епох і не раз повторювався за час існування Землі.

Проте, окрім великого циклу кругообігу фтору, існують і малі, що не потребують століть. На величезних просторах поверхні суші та океану фтор під впливом численних факторів надходить до атмосфери [1,2].

Повітряними масами, що рухаються, фтор переноситься на великі відстані і опадами знову випадає на поверхню землі. Рослини, вбираючи з ґрунтовими водами фтор, разом з іншими солями асимілюють його. Тварини отримують фтор як з води, так і з їжею; частково вони виділяють його, а частково відкладають, головним чином у скелеті.

Після смерті тварин та рослин фтор знову потрапляє у ґрунт та з підземними водами переміщується вглиб землі. Тут він частково відкладається в результаті обмінних реакцій. Фтор захоплюють головним чином фосфати, в яких він заміщує гідроксильну групу, утворюючи фторапатити. Багато фтору з підземними водами виносяться в річки, моря та океани [2].

Виробнича діяльність людини все більше впливає на кругообіг фтору. Люди використовують в якості сировини фтор, що міститься в корінних осадових породах; тим самим вони ніби допомагають природним силам

вивітрювання, залучаючи у кругообіг колосальні запаси фтору. При використанні добрив (фосфати, суперфосфати) на земній поверхні протягом року розсіюються сотні тисяч тон фтору у легкокорозчинному вигляді.

Значні кількості фтору з різноманітних виробництв потрапляють в атмосферу з димом та пилом чи у водоймища зі стічними водами. Так при переробці апатитів у суперфосфатні добрива до 50% фтору, що міститься в них, виділяється з газами; таким чином у відкриту атмосферу за рік викидають десятки тисяч тон фтору.

Газоподібний фтористий водень часто міститься у повітрі промислових підприємств та оточуючій їх атмосфері при виробництві фтористих солей, інсектофунгіцидів, фторорганічних сполук та фосфору, при отриманні авіаційного палива, при виробництві суперфосфатів та фторберилія, при електролізі розплавленого кріоліту з метою отримати алюміній, тощо.

Забруднення повітря фтором може бути також пов'язане з використанням у різноманітних галузях народного господарства фтористих солей натрію, амонію, кальцію, барію, свинцю та міді. У боротьбі з шкідниками сільського господарства застосовують фтористі солі – кременефториди (Na_2SiF_4 , K_2SiF_4 , CaSiF_6 , BaSiF_6).

Певна кількість фтору потрапляє до атмосфери також у результаті згоряння кам'яного вугілля. Так, наприклад, англійське вугілля містить від 0 до 175 мг/ кг фтору. В результаті цього у промисловому районі Лінкольншир трава містить до 2200 мг/ кг фтору. Деякі аналітики виявляли у кілограмі вугілля від 85 до 295 мг фтору. Це цілком зрозуміло, оскільки у здерев'янілій частині рослин (тирса) виявляли 2 – 3,6 мг фтору на один кілограм сухої ваги, в подальшому ймовірно відбувалося збагачення кам'яновугільної породи фтором.

Таким чином, вимальовується усе розмаїття впливу фтору на організм, що залежить від розсіювання його у біосфері та від особливостей міграції фтору в процесі його кругообігу [1].

1.2 Фтор у породах земної кори та ґрунтах

Число сполук, що містять фтор, у земній корі дуже велике. Фтор міститься у плавиковому шпаті (CaF_2), у алюмосилікатах та силікатах, кріоліті, апатитах, фосфоритах тощо.

Фторфосфати кальцію, апатити містять до 3,8% фтору. Вони перебувають у вивержених породах у розсіяному стані (до 0,6%). Проте є й родовища апатиту у концентрованому виді, наприклад у Хібінах на Кольському півострові. Хібінські фторапатити містять близько 3,14% фтору.

Фосфорити відносяться до досить розповсюджених мінеральних утворень. Хоча вони також є фторфосфатами, іноді вони містять більше фтору, ніж апатити. Якщо в апатиті співвідношення фтору до P_2O_5 теоретично дорівнює 0,0891, то є фосфорити, в яких воно досягає 0,115. Вважають, що в цьому випадку частина фтору відклалася у вигляді CaF_2 , поза зв'язком з фосфатом кальцію.

Родовища фосфоритів мають велике значення в зв'язку з можливістю збагачення підземних вод фтором.

Що ж до ґрунту, то є два основних джерела фтору в ньому:

- 1) з вивітрювання порід;
- 2) внесення з атмосфери з метеорними водами та промисловими викидами.

Ґрунти поруч з родовищами багатих на фтор мінералів, що виходять на поверхню, можуть накопичувати фтор за рахунок малорозчинних продуктів вивітрювання.

При аналізі у ґрунтах виявляють плавиковий шпат, апатит, біотит, турмалін та інші мінерали, що містять фтор. Однак і розчинені сполуки фтору із опадів можуть затримуватися у ґрунті, особливо у його гумусовому шарі. Тут у тонкій фракції, у колоїдах, вміст фтору підвищується за рахунок сорбції на поверхні часток. Вважають, що в цьому випадку частина фтору

перебуває у стані, що припускає явище обмінної сорбції, а частина – у більш фіксованому стані.

Піщані ґрунти містять значно меншу кількість фтору, ніж глинисті. Встановлено, що з підвищенням лужності ґрунту зростає його здатність утримувати фтор. В глибших шарах ґрунту вміст фтору зростає.

При значному промиванні ґрунту фтористі сполуки, незважаючи на погану розчинність, можуть виноситися. Процес вилучення фтору з ґрунтів превалює над процесом привнесення його у ґрунт з атмосфери.

Вважають, що вміст фтору у ґрунтах в більшості випадків перебуває в межах 10^{-2} - $10^{-1}\%$. Дослідивши проби ґрунту, де не застосовувалися суперфосфатні добрива, з 24 місць України, спеціалісти виявили в них від $3,6 \cdot 10^{-3}$ до $3,2 \cdot 10^{-2}$ % фтору. В інших країнах, які знаходяться в різних частинах земної кулі, вміст фтору теж близький до вказаних цифр. Але якщо середній відсоток вмісту фтору у ґрунті в різних країнах приблизно такий самий, то амплітуда коливань вмісту фтору в ґрунтах окремих місцевостей досить велика. В зв'язку з цим відмічають і значні коливання вмісту фтору у рослинах.

Як вже зазначалося, підвищений вміст фтору у ґрунтах як правило виявляється у місцевостях, що розташовані поблизу виходу на поверхню порід, багатих на фтор. Так, наприклад, у ґрунті навколо рудника, де добували плавиковий шпат, містилося $5 \cdot 10^{-2}$ % фтору, а коло родовища фосфоритів - до $3,2 \cdot 10^{-1}$ %.

В цих місцевостях можна очікувати виникнення ендемічних осередків флюорозу серед людей та тварин внаслідок збільшення вмісту фтору у продуктах рослинного походження, забруднення останніх фторовмісним пилом та підвищення концентрації фтору у поверхневих та ґрунтових водах.

У глинистих ґрунтах також знаходили велику кількість фтору. Так у глині, яку використовують на цегляному заводі, міститься $1,6 \cdot 10^{-1}$ % фтору.

Навколо заводу спостерігали загибель рослинності від впливу викидів, які містили фтор, а також захворювання худоби.

Таким чином, фторвмісні викиди підприємств можуть значно підвищити кількість фтору у ґрунтах навколишніх територій.

Вміст фтору у ґрунті може зростати і при використанні суперфосфатних добрив, причому ступінь збагачення залежить від характеру ґрунту

Спеціалісти знаходили в удобреному суперфосфатами ґрунті від $1,4 \cdot 10^{-2}$ до $5,7 \cdot 10^{-2}$ % фтору. В останньому випадку вирощений на цій ділянці буряк містив значно більшу, ніж звичайно, кількість фтору.

Суперфосфатні добрива вводяться в ґрунт у кількості декількох сотень кілограм на гектар. Враховуючи широке застосування цього добрива, можна припустити, що з ним протягом року на земній кулі вноситься декілька сот тисяч тон фтору. Ця кількість може мати суттєве значення у загальному балансі кругообігу фтору в біосфері [1].

1.3 Фтор у воді

Широко розповсюджені розчинні фторвмісні сполуки в породах та ґрунтах зумовлює наявність фтору в природних водах, які використовуються для водопостачання населення.

Концентрація фтору в природних водах коливається в широких межах (від 0,01 до 27 мг/ л) і пов'язана з розчинністю його сполук (табл. 1.1).

Найменші концентрації фтору містять метеорні та поверхневі води. Найбільші – підземні води, які стикаються з багатими на фтор породами; мінеральні джерела, особливо термальні, які пов'язані з вулканізмом; поверхневі водойми, які забруднені стоками певних виробництв.

Наведена нижче таблиця 1.2 характеризує вміст фтору в водах різного походження. Вона свідчить про те, що проблема водних ендемії флюорозу досить актуальна для України

Табл. 1.1 - Розчинність сполук фтору []

№	Назва сполуки	Формула	Розчинність, мг/дм ³
1	Фтористий Са	CaF ₂	40
2	Фтористий Mg	MgF ₂	130
3	Фтористий Pb	PbF ₂	660
4	Фтористий Sr	SrF ₂	390
5	Фтористий Cu	CuF ₂	750
6	Фтористий Fe	FeF ₃	910
7	Фтористий Al	AlF ₃	5590
8	Фтористий Zn	ZnF ₂ ·H ₂ O	15160
9	Фтористий Na	NaF	40540-42100
10	Фторсилікат Ва	BaSiF ₆	270-340
11	Фторсилікат К	K ₂ SiF ₆	1200-1750
12	Фторсилікат Na	Na ₂ SiF ₆	6520-7500
13	Фторсилікат Cu	CuSiF ₆ ·6 H ₂ O	203200
14	Фторалюміній Na синтетичний (кріоліт)	Na ₃ [AlF ₆]	610-630
15	Фторалюміній Na природний	Na ₃ [AlF ₆]	390
16	Фосфорити		400-1000
17	Фторфосфат		200-500

Таблиця 1.2 Вміст фторидів в різних водах України[]

Найменування води	Число аналізів	Число джерел (%) за концентрацією фтору (мг/дм ³)								
		0,0-0,199	0,2-0,499	0,5-0,999	1,0-1,499	1,5-1,999	2,0-2,999	3,0-3,999	4,0-5,999	≥6,0
Атмосферна	20	95	5	–	–	–	–	–	–	–
Поверхнева	192	54,8	39	6,2	–	–	–	–	–	–
Колодязна	1625	28,9	37,9	19,1	7,8	2,4	2,9	0,8	0,12	0,06
Артезіанська	556	16,3	43,2	22,1	6,4	3,8	5,9	0,9	1,8	–
Мінеральна	72	37,5	13,9	19,1	6,8	8,0	8,0	6,7	–	–
Морська	10	–	–	100	–	–	–	–	–	–

1.3.1 Вміст фтору в атмосферних водах

Необхідною ланкою у вивченні кругообігу елементу є знання його вмісту в атмосферних водах (опадах). В. І. Вернадський надавав великого значення вивченню складу метеорних вод. В наш час накопичено ще мало даних про вміст фтору у опадах. За даними спеціалістів атмосферні опади містять фтор, концентрація якого переважно становить $10^{-6}\%$, і рідко $-10^{-5}\%$.

Метеорні води, зібрані далеко від великих населених пунктів, містили менше фтору. В опадах, зібраних у великих містах, концентрація фтору була значно вищою, ймовірно внаслідок забруднення атмосферного повітря димом чи фторовмісними викидами промислових підприємств.

На основі аналізів вирахували, що середній вміст фтору у опадах, що випадають на території України, становить $0,0524 \text{ мг/дм}^3$.

Табл. 1.3 - Гідрохімічний стік фтору головними ріками України[]

Назва ріки	Середньорічний об'єм стоку, (км ³)	Кількість фтору, (мг/дм ³)	Середньорічний гідрохімічний стік фтору, (т)
Дніпро	51,0	0,184	9,350
Дністер	10,0	0,180	1,800
Південний Буг	2,7	0,230	5,21

1.3.2 Вміст фтору в поверхневих водах

У переважній більшості випадків у воді рік та інших відкритих водоймах міститься до $0,3 \text{ мг/дм}^3$ фтору.

В Україні найменші концентрації фтору, до $0,1 \text{ мг/дм}^3$, у слабо мінералізованій воді гірських річок та струмків Закарпаття. З просуванням на схід та південь концентрація фтору зростає, сягаючи $0,6$ (ріка Молочна) –

0.84 (ріка Кальміус) мг/дм³, що загалом співпадає зі збільшенням мінералізації води.

Лише у випадку дренування ріками водоносних горизонтів, що проходять у багатих на фтор породах, ця закономірність порушується: при порівняно низькій мінералізації води спостерігається висока концентрація фтору (ріка Тясмин – 0,59 мг/дм³).

Коливання концентрації фтору вздовж течії ріки, як правило, невеликі. Так при одночасному заборі проб вздовж всієї течії Дніпра вони варіювали від 0,11 до 0,2 мг/ дм³, в Дністрі – від 0,09 до 0,31 мг/дм³, в Дунаї – від 0,1 до 0,25 мг/дм³.

Також невеликі сезонні коливання концентрації фтору, які за спостереженнями перебували в межах (в мг/дм³): у Дніпрі – від 0,09 до 0,266, у ріці Південний Буг – від 0,17 до 0,3.

Вода гірських річок, які утворюються внаслідок танення снігів, містить зимою значно менше фтору. Ця обставина навела на думку про можливість звільнення води від фтору шляхом виморожування.

В ряді випадків високий вміст фтору може бути наслідком забруднення водойми промисловими стічними водами.

Сполуки фтору слід віднести до стабільних інгредієнтів промислових стоків і розраховувати на самоочищення водойм від сполук фтору практично неможливо.

Факти говорять про те, що можливе сильне забруднення річок фтором та виникнення ендемії флюорозу у випадку відсутності ефективної та постійно контрольованої очистки стічних вод.

1.3.3 Вміст фтору в підземних водах

З точки зору ймовірності виникнення ендемії флюорозу найбільший інтерес викликають підземні води, а з них – напірні, артезіанські. Останні

часто використовують для централізованого водопостачання, і тому велике практичне значення має знання закономірностей розподілу фтору у водоносному горизонті. Це дозволить передбачити вміст фтору у воді проєктованих свердловин і, відповідно, попередити виникнення ендемій та нераціональну витрату матеріальних ресурсів на облаштування нездорових джерел водопостачання.

На основі досліджень професора Р. Д. Габовича та інших можна зазначити, що води зі свердловин з одного й того ж горизонту можуть містити різну кількість фтору залежно від місцезнаходження. Щодо більшості водоносних горизонтів можна виявити закономірності у зміні вмісту фтору [3].

Можна констатувати постійність концентрації фтору у воді більшості артезіанських свердловин. Сезонні та річні відхилення як правило невеликі ($0,01 \text{ мг/дм}^3$) і навіть при високій концентрації фтору (4 мг/дм^3) не перевищують $0,2 \text{ мг/дм}^3$. Джерел, де вміст фтору змінювався б в одному напрямку практично немає. Як правило річні коливання у вмісті фтору відбуваються навколо деякої середньої величини. Винятки з цього правила траплялися дуже рідко. Лише в одній з 26 свердловин було виявлено коливання фтору в $0,6 \text{ мг/дм}^3$ за дворічний проміжок. Деякі показники дозволяють припустити, що ця постійність зберігається принаймні протягом десятиліть

В таблиці 1.4 наведено дані про вміст фтору у водах різних водоносних горизонтів України. З таблиці видно, що в Україні високі концентрації фтору є переважно у водах крейдового, сеноманського, бучакського та сарматського горизонтів.

Табл. 1.4 - Вміст фторидів в питних водах свердловин України []

Водоносний горизонт	Число свердловин	Число свердловин з концентрацією фтору (в мг/дм ³)						
		До 0,499	0,5-0,999	1,0-1,499	1,5-1,999	2,0-2,999	3,0-3,999	4,0-більше
Докембрій	24	19	5	-	-	-	-	-
Карбон	28	4	22	2	-	-	-	-
Силур	11	9	2	-	-	-	-	-
Юра	25	6	11	8	-	-	-	-
Крейда всього	265	179	60	9	4	13	-	-
Сеноманський	29	22	2	-	-	5	-	-
Крейдовий	236	179	60	9	4	13	-	-
Третинний всього	241	128	30	19	23	25	7	9
Палеогену	118	44	5	14	18	21	7	9
Неогену	98	66	19	5	4	4	-	-
Четвертинний	118	78	40	-	-	-	-	-

Максимальний вміст фтору в артезіанських свердловинах України становить 5,6 мг/дм³. Підвищений вміст фтору у водах юрських, крейдових та третинних палеогенових відкладень пов'язаний з поширенням фосфоритів.

Варто зазначити, що про можливість наявності високих концентрацій фтору у воді шахтних колодязів та пов'язаних з ними ендемії флюорозу інформації досі недостатньо. Між тим основна маса сільського населення України користується цими джерелами водопостачання.

У воді переважної кількості колодязів України (67%) міститься фтору не менше 0,5 мг/дм³. Фтор в кількості, що перевищує 1 мг/дм³ виявлено у воді 14% обстежуваних колодязів.

Невеликі концентрації фтору, переважно до 0,5 мг/дм³, є у водах західних областей України та Полісся.

При подальшому просуванні з заходу на схід, а особливо з півночі на південь, концентрації фтору у воді шахтних колодязів зростають, сягаючи максимуму у Дніпропетровській області, де багаті на фтор води є в усіх без винятку районах. Максимальна концентрація фтору тут 4,5 мг/дм³, причому близько 25% колодязних вод містять 1-1,5 мг/дм³ фтору, а близько 20% - більше.

Найбільші концентрації фтору виявили в селах, поблизу яких в минулому видобували плавииковий шпат.

Щоб відповісти на питання, наскільки багаті на фтор колодязні води можуть бути причиною ендемії флюорозу, вивчали сезонні та річні коливання концентрацій фтору у воді 23 шахтних колодязів восьми областей України. Було встановлено, що сезонні коливання фтору наближаються до 0,3-0,5 мг/дм³; мінімальна концентрація фтору спостерігається навесні, а найбільша – наприкінці літа, восени та взимку.

Оскільки середньорічний рівень фтору у колодязній воді зберігається протягом багатьох років, можна дійти висновку, що і вода шахтних колодязів

може бути причиною ендемії флюорозу, що підтвердилося при обстеженні населення.

Спадання рівня води в колодязях наприкінці літа призводить до підняття осаду з дна при заборі води, що також збільшує вміст фтористих сполук у воді.

Основною ознакою, яка дозволяє припустити наявність високих концентрацій фтору в підземних водах, є залягання фосфоритових відкладень чи інших фторвмісних мінералів у водоносному горизонті. При цьому накопичення фтору у воді зростає в ділянках водоносного горизонту з уповільненим водообміном. Внаслідок цього концентрація фтору у водах водоносного горизонту зростає із зануренням і досягає максимуму у центрі западин та котловин [4-6].

Навпаки, найменші кількості фтору містять води горизонтів, що залягають близько до поверхні землі, на підвищених частинах рельєфу, при полегшеному живленні. Зменшення кількості фтору спостерігається також у водах, які з'єднані з добре промитими, сильно тріщинними породами. Існує думка про те, що чим довшим є шлях води через вапняні породи, тим менше вона містить фтору.

У літературі є вказівки на те, що кількість фтору у водах зростає з глибиною залягання водоносних горизонтів, тобто з геологічним віком відкладень, які утворюють горизонт. Однак дослідження інших вчених показали, що це твердження має надто багато винятків. Наприклад, у Дніпропетровській області води з четвертинних відкладень містять в декілька разів більше фтору, ніж тріщинні води корінних порід. За даними С. Н. Черкинського та Р. М. Заславської, більш давні води з відкладень девону бідніші за карбон, а води середнього карбону мають більшу концентрацію фтору, ніж води нижнього карбону [7-8].

Габович та інші звернули увагу, що для багатьох багатих на фтор вод характерний невисокий вміст кальцію та магнію, але високий вміст хлоридів

та сульфатів. Згідно спостереженням, при підвищенні мінералізації води, збільшенні кількості хлорнатрієвої солі та зменшенні солей кальцію зростає концентрація фтору. Але такий склад зовсім не обов'язковий для вод, багатих на фтор. В цьому можна переконатися розглянувши дослідження Габовича, а також спостереження Ніколаєвої, яка звертає увагу на високу мінералізацію, великий вміст кальцію, магнію та сульфатів у багатих на фтор водах. Це змушує дійти висновку, що важко знайти будь-які загальні закономірності між складом води та вмістом фтору [4,5].

2 ВПЛИВ ФТОРУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

2.1 Фтор в організмі людини та його роль

2.1.1 Фтор в організмі людини

Вивчення вмісту фтору в різних тканинах та органах є необхідною ланкою у справі з'ясування біологічної ролі цього мікроелемента.

Основним недоліком є те, що визначаючи вміст фтору в тканинах людського організму, дослідники ігнорували концентрацію цього елемента у навколишньому середовищі. Недоліки вивчення вмісту фтору в організмі та недосконалість раніше застосовуваних методів аналізу довгий час позбавляли можливості правильно оцінювати отримані результати, не дозволяли порівнювати дані різних авторів, а відповідно і ускладнювали виявлення існуючих закономірностей. Через це у літературі можна побачити дуже суперечливі дані про вміст фтору в кістках (від 100 до 9700), зубах (від 90 до 16000 мг/кг), крові (від 0,01 до 2 мг/кг) та інших тканинах. У таблиці 2.1 наведено вміст фтору в різних тканинах людського організму за даними Р. Д. Габовича.

Проаналізувавши дані таблиці 2.1, можна зробити висновок, що найбільша кількість фтору міститься у твердих опорних тканинах, менше у волоссі, нігтях, тобто у тканинах з малоінтенсивним метаболізмом, порівняно стійких і міцних. У внутрішніх органах, залозах, мозку, де процеси обміну інтенсивні, кількість фтору зменшується. Винятками є ендокринні залози. Найменша кількість фтору міститься у м'язах і мозковій тканині.

Розподіл фтору в організмі неоднорідний. Так, сироватка крові містить більше фтору ніж еритроцити. Дослідження з міченим фтором також показали, що плазма крові містить приблизно у два рази більше фтору, ніж еритроцити.

Табл. 2.1 - Вміст фтору у різних тканинах людського організму[]

Назва тканини	Вміст фтору (мг/кг) у людей віком		
	10 років	50 років	84 роки
Мозок	0,16	0,37	0,84
М'язи скелету	0,18	0,25	0,81
М'язи серця	-	-	-
Кров	0,13	0,26	0,38
Легені	0,41	0,7	1,08
Печінка	0,24	0,38	1,17
Нирка	0,41	0,68	0,54
Селезінка	0,28	0,81	-
Щитовидна залоза	0,28	0,69	6,35
Підшлункова залоза	0,61	0,84	2,67
Шкіра	-	3,95	-
Волосся	-	52,8	72,3
Нігті	67,0	75,4	89,0

З віком рівень фтору в кістках постійних мешканців одного і того ж населеного пункту збільшується. Вважають, що вміст фтору у кістках збільшується на 0,02% на рік. Можливо, що накопичення фтору в кістках з віком певною мірою пов'язане з патологічними змінами в похилому віці.

Рівень фтору в зубах нижчий, ніж у кістках. В зубах фтор розподіляється теж нерівномірно. Згідно з деякими спостереженнями, у зовнішньому шарі емалі міститься більше фтору, ніж у внутрішньому. Кількість фтору в корені зубу в 1,4-1,8 рази більше, ніж у коронці.

Припускають, що при підвищеному надходженні фтору в організм він частково відкладається в зубах і кістках у вигляді фтористого кальцію. У відкладенні фтористого кальцію вбачають причину утворення неоднорідної

структури кісток та зубів, що призводить до змін фізико-хімічних властивостей цих тканин при флюорозі.

Проте чи збільшується з віком рівень фтору в тканинах думки вчених розійшлися. Так, Габович вважає, що рівень фтору зростає (табл. 2.1), а С. Я. Капланський вказує, що із старінням організму кількість фтору в ньому зменшується [5].

2.1.2 Фізіологічна роль фтору

Незважаючи на багаторічне вивчення, біологічна роль фтору і досі менш відома, ніж інших мікроелементів. Тварини і люди не потребують великих кількостей фтору, але це не означає того, що цей елемент не потрібен організму. Фтор сприяє фіксації кальцію та фосфору в організмі. Автор виходив з того, що фтор має хімічну спорідненість з кальцієм і міститься у великих кількостях у тих тканинах, де багато фосфорнокальцієвих солей. Фтор також сприяє зв'язуванню тканинами фосфорнокислого кальцію, і є біокаталізатором цього процесу. Міхаеліс вважав, що в тих випадках розладу закостеніння, коли не допомагає вітамін D, порушення фосфорнокальцієвого обміну викликано нестачею у раціоні фтору, і тому пропонував застосовувати фтор з терапевтичною метою при остеомаліції, фіброзному оститі та інших захворюваннях кісток.

Фізіологічна роль фтору не обмежується тим, що він входить в структуру тканин. Є спостереження, що збагачення раціону вагітних жінок фтористим кальцієм покращує розвиток зубів у немовлят. І. Г. Лукомський при введенні мишам невеликих кількостей фтористого натрію відзначав прискорення загоєння і кальцифікації при експериментальних переломах кістки. Даючи хворим остеомієлітом 3 - 4 мг фтористого натрію на добу, І. Г. Лукомський спостерігав на рентгенограмах прискорення процесу кальцифікації ділянок кістки. На основі цього він дійшов висновку, що малі

доза фтору впливаючи на остеобласти сприяють кальцифікації кісткової тканини [7].

Згідно з деякими даними, загоєння експериментальних переломів у кролів під впливом фтору відбувається значно краще у тому випадку, якщо фтор давати до і після перелому. При додаванні невеликих кількостей фтору до тканин він може бути корисним при фізіологічних процесах. Відкриття порівняно великих кількостей фтору в зубах вже давно навело на думку, що він необхідний для твердості і міцності емалі.

Цю обставину намагаються пояснити тим, що воротами інфекції для вірусу поліомієліту є лунки екстрагованих через карієс зубів.

Як вже було сказано, на наступному після кісток і зубів місті за вмістом фтору знаходиться група тканин ектодермального походження: волосся, нігті, епідерміс. Найменша кількість фтору міститься у мозку, м'язах та внутрішніх органах, тобто в тканинах з найінтенсивнішим метаболізмом. Однак, беручи до уваги дію фтору на найважливіші ферментативні системи та хімічні речовини, що відіграють роль у передачі нервового збудження, не можна відкидати його значення і для цих тканин. Гальмуючи дію одних ферментів, підсилюючи у малих концентраціях дію інших, фтор може впливати на швидкість і напрямок біохімічних процесів.

Великий інтерес викликає запитання про можливість впливу фтору на ріст і розвиток пухлин. Для злоякісних новоутворень характерний досить інтенсивний аеробний і анаеробний гліколіз, який пригнічується фтором.

Деякі спеціалісти виявили досить значну ураженість раком шлунку і кишок у робітників, які перебувають під впливом високих концентрацій фторвмісного пилу.

Значну роль фтор відіграє у лікуванні карієсу зубів. Відомо, що карієс виникає внаслідок демінералізації зубів. Демінералізацію можна уповільнити іоном фтору. Цей процес уповільнення відбувається переважно тому, що

близько 30% гідроксиапатиту, реагуючи зі фтором в емалі, перетворюється на фтор апатит.

Іони фтору краще підходять до решітки апатиту ніж більш гідроксильні іони, тому фторapatит більш стабільний і майже у сто разів менш розчинний у кислотах, ніж гідроксиапатит. Отже, фтор захищає зуби від руйнування бактеріями.

Близько 80% усіх зубних паст, що є у продажу, містять різні сполуки фтору, з рівнем фтору близько 0,1%. В зв'язку з додаванням фтору до складу паст виникають певні проблеми. Часто пасту продають після тривалого зберігання. За цей проміжок часу фтор може стати неактивним. Так, наприклад, може утворитися практично нерозчинний фторид кальцію [5].

2.1.3 Надходження сполук фтору у організм та його метаболізм

З'єднання фтору містяться у питної воді, ґрунті, повітрі ($0,1-1,3\text{мкг/м}^3$) та у різній концентрації в продуктах харчування. У різних законодавчих актах, якість питної води, значення гранично допустимих концентрацій іонів фтору встановлено лише на рівні 1,5 мг. У деяких видах мінеральних вод концентрація фторидів значно вища цього кордону, що обґрунтовується на етикетці. При концентраціях, що перевищують 5 мг, слід неодмінно надавати попереджувальну вказівку. Середньодобова кількість фторидів в харчовому раціоні дорослої людини становить 0,3–0,7 мг.

На територіях із високим рівнем споживання чаю, значною часткою в раціоні морської риби і фторированої питної води загальна кількість фтору, одержувана організмом з їжі, може бути більш високою. Харчові продукти зазвичай містить невелику кількість фтору. Винятком є морська риба – загалом 500 мг%, причому у скумбрії міститься до 1400 мг. Продукти харчування, особливо багаті фтором (табл. 2.2).

Табл. 2.2 - Вміст фтору в продуктах харчування[]

Продукти харчування	Вміст фтору , мг
Морська риба:	
150 г тріски	0,105
150 г морського окуня	0,210
150 г пікші	0,240
150 г оселедця, скумбрії	0,525
Прісноводна риба:	
150 г вугра	0,240
150 г лосося	0,870
Рибні продукти тривалого зберігання:	
45 г копченої оселедця	0,160
45 г лосося	0,200
45 г в'яленою тріски	0,225
45 г філе оселедця в томатному соусі	0,960
Птахи:	
150 г курячої груди	0,210
100 г курячої печінки	0,190

До кількості фтору, що надходить до організму, прийнятою з їжею, необхідно додати кількість фтору, що міститься у фторидних карієсо-статических препаратах, яка, залежно від виду та кількості препарату, не завжди однакова.

Слід розрізняти прийом фторидів та його всмоктування організмом, тобто, біологічну засвоюваність. Приблизно 60–80% усієї кількості фторидів, що надійшли до організму з їжею, через шлунково-кишковий тракт потрапляє у кров. Потрапляння в організм неорганічних сполук фтору за умов

здійснення заходів противо-кариозної терапії організмом акумулюється приблизно 80–100% від загальної кількості.

За наявності важкорозчинних фторидів, наприклад, фториду кальцію, всмоктування фторидів ускладнено. Вміст фторидів в плазмі крові, зазвичай, становить 0,7–2,4 мкмоль/л. Після перорального прийому фторидів їх концентрація в плазмі крові короткочасно підвищується. За нормальних умов, період напіврозпаду, залежно від особливостей організму та прийнятої дози фторидів в плазмі крові, становить 2–9 годин.

З'єднання фтору мають особливу спорідненість до кісток і твердих тканинам зуба. Залежно від рівня засвоєння організмом і частоти прийому фторидів концентрація нагромадженого у кістках фтору різна. Особлива спорідненість фторидів до кісток призводить до того, що кістки організму стають однією з основних чинників гомеостазу фтору у крові. При одноразовому прийомі високих доз сполук фтору кістки виступають як буфер, приймаючи надлишок фторидів, врівноважуючи в такий спосіб концентрацію фторидів у крові. Невелика кількість прийнятого щодня фтору відкладається у кістках. Тому, зміст фтору в кістковій тканині із віком поступово збільшується, досягаючи свого максимуму в 50–60 років. Відкладання фтору в кістках сприяє підвищенню кількості апатитових кристалів, знижує розчинність кісткової системи організму, стабілізує її.

Під час зростання організму баланс фторидів переважно позитивний. Приблизно 45% від загальної кількості надходження у організм фтору утримується організмом, по 1% виводиться слиною, 49% – нирками і 4% – фекаліями.

У організмі дорослої людини переважає урівноважений баланс фторидів. Це означає, що майже 30% резорбованого організмом фтору відкладають у кістках, одночасно внаслідок активності остеокластів, стільки ж фторидів вивільняється. І, насамкінець, стільки ж фтору виділяється з організму (94% від прийняття цього кількості – нирками).

Під час прийому високих концентрацій фтору протягом тривалого часу відбувається інтенсифікація відкладення їх у кістковій тканині, що сприяє встановленню гомеостазу в плазмі крові, із компенсованим балансом фтору.

Якщо надалі інтенсивність надходження у організм сполук фтору знижується, після певного часу настає стан так званого негативного балансу фтору, у якому зростає кількість вивільнених з кісткових тканин іонів фтору, що забезпечує стан врівноваженого балансу. Фтор також має особливу спорідненість до твердих тканин зуба. У період первинної мінералізації, та ще більше на час мінералізації в період розвитку зуба, у твердих тканинах зуба відбувається відкладення фтору.

У результаті накопичення фтору в емалі у розвитку зуба, кристалічна ґратка емалі стає більш міцною і стійкою до впливу кислот. Внаслідок цього підвищується резистентність твердих тканин зуба до впливу карієсогенних чинників.

У зуба, що прорізаються максимальна концентрація фтору лежить на поверхні емалі

Після прорізування зуба внаслідок місцевої фтористої профілактики концентрація фтору, що лежить на поверхні емалі збільшується [2].

2.1.4 Вплив фтору на організм людини

Фтор - необхідний організму мікроелемент, основна роль якого, разом із фосфором і кальцієм, полягає у освіті кістковій тканині та формування зубної емалі.

В організмі дорослої людини міститься близько 2,5–3 г фтору. Основні запаси зберігають у кістковій тканині і емалі зубів. З організму фтор виводиться переважно з сечею.

Засвоєння фтору гальмує магній, також залежить від концентрації кальцію. Натомість фтор покращує засвоєння заліза та пригнічує обмін йоду.

У організмі фтор виконує такі функції:

- разом із кальцієм і фосфором формує і зміцнює кістковий скелет і зубну емаль;
- забезпечує нормальний зростання волосся і нігтів;
- бере участь у багатьох важливих біохімічних реакціях;
- стимулює процеси кровотворення;
- зміцнює імунітет;
- сприяє виведення з організму солей важких металів і радіонуклідів;
- придушує активність кислотостворюючих бактерій (ця властивість фтору знайшла використання у зубних пастах);
- є профілактикою карієсу й пародонтозу.

Добова потреба здорового дорослої людини становить 1,5 – 5,0 мг.

До основним симптомів дефіциту фтору відносять:

- карієс;
- випадання волосся;

У великих кількостях (загалом близько 25 мг) фтор виявляє свої токсичні властивості, а потрапляючи в організм людини дозою більш 2 г може викликати летальний ісход.

До основним симптомів надлишку фтору відносять:

- слюзотеча;
- різка слабкість;
- втрата голоси;
- біль у животі;
- блювота;
- рідкий стілець;
- подразнення шкіри;
- крихкість зубів;
- флюороз емалі зубів;
- кровоточивість ясен;

- кальциноз сухожилів і зв'язок;
- судоми;
- остеопороз;
- брадикардія;
- порушення жирового й вуглеводного обміну;
- пневмонія;
- зниження артеріального тиску;
- поразка нирок;
- набряк легень;
- поразка центральної нервової системи.

Фтор може створити серйозні проблеми здоров'ю навіть за вживання у малих дозах, які є у зубній пасті чи фторированній воді. Фторид – це нейротоксин, який зменшує когнітивні здібності (вивчення мови, промови, розумова здатність) і пам'ять. Серед наслідків тривалого застосування фтору зустрічаються: ожиріння, зниження IQ, летаргія, хвороба Альцгеймера і трохи інших. Високі концентрації іонів фтору небезпечні через здатність до інгібування низки ферментативних реакцій, і навіть до зв'язування важливих питань у біологічному відношенні елементів (P, Ca, Mg та інших), що порушує їх баланс в організмі.

Отруєння фтором можливі у працюючих в хімічній промисловості, при синтезі фторвмісних сполук та у виробництві фосфорних добрив. Фтор дратує дихальні шляхи, викликає опіки шкіри. При гострому отруєнні виникають роздратування слизових оболонок гортані і бронхів, очей, слинотеча, носові кровотечі. В легких випадках – набряк легких, поразка центральної нервової системи тощо. При хронічному – кон'юнктивит, бронхіт, пневмонія, пневмосклероз, флюороз. Характерна також поразка шкіри по типу екземи [3].

2.2 Фтор як фактор захворювання людей

2.2.1 Гострі отруєння фтором

Є. Г. Гурін ще у 1896 році дав класичний опис симптомів, що спостерігалися при отруєнні тварин фторидами. Хвороба супроводжувалася нудотою, блюванням, слиновиділенням, слезотечею; спочатку збільшенням, а потім зменшенням кількості серцевих скорочень та дихальних рухів, слабкістю, сонливістю, дрижанням, періодичним скороченням м'язів, падінням кров'яного тиску, паралічем судинно-рухального центру, зупинкою серця, що призвело до смерті тварин.

Гурін припустив, що точкою прикладання дії фтору є центральна нервова система і серце. Пізніше багато авторів підтвердили правильність цього припущення.

Розглянемо випадки гострого отруєння людей після вживання фтористих сполук. У 1943 році Лідбек зі співробітниками описали масове отруєння 236 осіб, що, перебуваючи у лікарні, з'їли яєчню, в яку замість сухого молока помилково додали білий порошок, який містив до 90% фтористого натрію. Усього померло 47 чоловік. У людини, яка померла через 15 хвилин після їжі, у шлунку виявили 17,2 г фтористого натрію, а у померлого через 4 години – 0,85 г.

Аналіз описаних в літературі спостережень при випадкових отруєннях говорить проте, що вживання 20 – 40 мг фтористого натрію у концентрованому розчині викликає нудоту, інколи блювання. В той самий час навіть тривале введення дітям до 50 мг фтористого натрію у розведеному розчині протягом доби не супроводжувалося симптомами отруєння.

Гострі отруєння можливі також при вдиханні газів, які містять фтор: F_2 , H_2F_2 , H_2SiF_6 , SiF_4 та інші.

У повітрі багатьох підприємств, на яких має місце виділення фтору, наявні водночас декілька з перерахованих газів. З них найбільш токсичними є F_2 , менше - H_2F_2 , найменше - H_2SiF_6 , SiF_4 . Всі ці гази подразнюють слизові оболонки дихальних шляхів і кон'юнктиву ока. При малих концентраціях газів спостерігаються явища хронічного отруєння, при більших концентраціях – гострого отруєння: кон'юнктивіти, риніти, ларингіти, бронхіти. При дуже високих концентраціях фторвмісних газів спостерігається спазм гортані і бронхів, напади задухи, сильний біль у животі, симптоми ураження центральної нервової системи, набряк легень з тяжким порушенням дихання і смертю від його припинення.

Фторвмісні гази впливають також на шкіру. Попадаючи на шкіру, фтор викликає зміни, подібні до опіку вогнем. H_2F_2 подразнює шкіру, особливо спітнілу. В уражених місцях шкіри відчувається свербіння, заніміння, можуть утворюватися пухирі. Розчини плавикової кислоти та її солей також сильно впливають на шкіру, руйнують епітелій, спричиняють дерматити, опіки, омертвіння шкіри і виразки, які довго не загоюються. Дія H_2SiF_6 та її солей подібна до H_2F_2 , але слабша.

Слід також звернути увагу на дію фторорганічних сполук, до яких належать фторбензол, фтористий тіоніл, фтормиш'як, фторфосген, ефіри фтороцтової кислоти та фторкарбонових кислот. Найтоксичніші з цих сполук є рідинами без відчутного запаху, добре розчинні у воді. Інтоксикація людини може відбутися при вдиханні парів, всотування через шкіру або слизові оболонки, у тому числі травного тракту, при споживанні отруєної їжі або води. Оскільки вони мають високу токсичність, то при великій концентрації викликають швидку смерть, подібно до синильної кислоти [5].

2.2.2 Хронічні отруєння фтором

В літературі описано наступні види хронічних отруєнь фторвмісними сполуками: флюороз у людей, які живуть біля заводів, у викидах яких є фторвмісні сполуки; виробничий флюороз у працівників; ендемічний флюороз від зараженої фтором води.

Якщо гострі інтоксикації у виробничих умовах викликаються виключно за наявності у повітрі заводських приміщень високих концентрацій фторвмісних газів, то хронічні захворювання можуть виникнути внаслідок вдихання фторвмісного пилу. Він не тільки проникає у легені, але і проковтується зі слизом, через що значна кількість фтористих сполук потрапляє у травний тракт. Тут всмоктуванню фтористих сполук сприяє те, що розчинність фосфоритів, апатитів та кріоліту збільшується у 0,5% розчині соляної кислоти або у 3-7 разів у шлунковому соку порівняно з розчинністю у дистильованій воді

Внаслідок дії фтору при флюорозі виникають зміни у кістках та зв'язковому апараті. Дифузний остеосклероз в зв'язку з хронічною інтоксикацією фтором було виявлено у 1932 році при рентгенологічному дослідженні на силікоз працівників кріолітового заводу в Данії. Після вивчення уражень скелету цих робітників, з яких у 87% мали місце зміни у кістках. Розрізняти три стадії остеосклерозу.

На першій стадії ущільнюються лише кістки тазу, хребців та ребер. Кістки на рентгенограмі здаються незвично білими і різко виділяються на фоні м'яких тканих. На останній стадії кістка на негативі має вигляд дифузної мармурової тіні, в якій не можна розрізнити ніяких деталей будови. На цій стадії часто повністю відсутня або обмежена рухливість грудної клітини.

Таким чином, для флюорозу скелету крім змін у кістках характерно зневапнення зв'язок.

Заслужують на увагу факти, які вказують на те, що перерви у дії фтору призводять до відновних процесів у кістках; цьому сприяє надходження великої кількості кальцію.

Порівняно невеликі, але токсичні кількості фтору, впливають на здоровий організм людини, подразнюючи особливо чутливі до фтору закінчення нервів. Підсилене кісткоутворення пов'язане з порушенням рівноваги процесів, які відбуваються у кістках, і призводить до розвитку кістки неправильної будови, з більшою або меншою кількістю остеοїдної тканини і порушенням мінералізації. Це спостерігається, коли в організм людини надходить до 1-1,5 мг фтору на 1 кг ваги.

Зі збільшенням дози фтору підсилюється новоутворення кістки, але одночасно стають більш вираженими процеси спонгіозування як старої так і новоутвореної кістки з подальшим збільшенням кількості фтору, особливо при поганому харчуванні (зокрема, при нестачі кальцію) і в організмі, що росте, процеси спонгіозування і остеомаліяції починають переважати над процесами кісткоутворення. Ці явища спостерігали у експериментальних тварин, які отримували 3 - 5 мг на 1 кг ваги.

При дослідженні внутрішніх органів померлих робітників або експериментальних тварин не було виявлено значних морфологічних змін, хоча при цьому не можна відкидати можливість функціональних порушень.

У експериментальних тварин при впливі невеликих доз фтору кістковий мозок червоний, мають місце явища активної кровотворної діяльності; при великих дозах спостерігається фіброз кісткового мозку. При введенні кролям фтористого натрію у кількості 2 - 4 мг/кг ваги, дослідили кістковий мозок і виявили багато полінуклеарних форм лейкоцитів та збільшення кількості гігантських клітин.

У селезінці при хронічному отруєнні великими дозами спостерігають явища атрофії і збільшення фолікулів.

Фтор також впливає на ендокринну систему. Найбільшу кількість досліджень присвячено впливу фтору на щитовидну залозу. З'ясовано, що великі дози фтористого натрію у їжі викликають припухання щитовидної залози. Ще у 1927 році Ю. Г. Гольдемберг здійснив дослід: впродовж 6 - 8 місяців він добавляв до їжі білих щурів 2 - 3 мг фтору, тобто 10 - 20 мг на 1 кг ваги. Після розтину тварин він виявив гіпертрофію щитовидної залози (збільшення у декілька разів), гіперплазію паренхіми і збільшення фолікулів. Добавляючи великі кількості фтору у раціон щурів та інших тварин, Гольдемберг припустив, що ендемічний зоб можна пояснити в рівній мірі як малим вмістом йоду, так і великою кількістю фтору в раціоні людини. Згодом Гольдемберг рекомендував фтористий натрій для лікування базедової хвороби. З метою експериментально підтвердити терапію базедової хвороби препаратами фтору. Фтор нейтралізує загальновідому дію тироксину на метаморфоз личинок амфібій. Фтортирозин знімає дію тироксину, який сповільнює синтез глікогену в органах. Дія фтортироzinу сильніше за дію фтористого натрію, а введення його щурам знижує основний обмін.

Сучасними дослідженнями доведено, що дія інгібіторів щитовидної залози полягає не в нейтралізації тиреоїдного гормону, а в пригніченні його утворення. Більш чіткий механізм дії інгібіторів не з'ясований. Припускають, що зниження концентрації тиреоїдного гормону в крові від дії інгібітора викликає реакцію нервової системи, в результаті чого гіпофіз продукує збільшену кількість тиреотропного гормону. Це призводить до гіпертрофії і гіперплазії щитовидної залози без адекватного збільшення продукції тиреоїдного гормону.

За даними спеціалістів надлишок фтору приводить щитовидну залозу стан пригнічення і перешкоджає її реакції на гіпофізарний і тиреотропний гормон. У зв'язку з цим треба врахувати, що вплив відносно великої кількості фтору, який розповсюджується і на гіпофіз, значно ускладнює загальну картину інтоксикації.

Все це вказує на те, що біохімічні, функціональні і морфологічні зміни щитовидної залози при дії фтору є результатом більш складних процесів ніж грубо механічне уявлення Ю. Г. Гольдемберга та інших авторів, які зводять різноманіття впливів фтору та йоду в організмі до їх антогонізму в результаті хімічного заміщення одного іншим. Проведені експерименти говорять про те, що лише концентрації фтору вище 1 мг на 1 кг ваги впливають на функцію щитовидної залози. Спостереження Р. Д. Габовича також підтверджують це. Він не спостерігав збільшення щитовидної залози навіть у найбільш сильних осередках ендемічного флюорозу. Про зміни в інших ендокринних залозах відомо ще менше

Після того, як спеціалісти з'ясували, що сполуки фтору можна використовувати в якості засобу боротьби з карієсом, фтор стали добавляти у питну воду. Так 54% населення США вживають воду з домішками фтору, концентрація якого становить близько 1 мг/дм³, щоб запобігти появі карієсу. Питна вода, яка містить 2 - 3 мг/дм³ і більше фтору може спричинити флюороз зубів.

У 1916 році Фредерік С. Маккей, молодий дантист з Колорадо Спрінгс виявив, що плямистість та зміна кольору зубів у багатьох його пацієнтів є наслідком наявності якоїсь речовини у місцевій питній воді.

Згодом у 1931 році Гаррі В.Чарчіль, хімік-аналітик, з'ясував, що причиною флюорозу зубів була висока концентрація іонів фтору у питній воді. Подальші дослідження показали, що захисту від карієсу можна досягнути, коли питна вода містить 2 мг фтору на дм³, але при цьому розвивається флюороз. Ці ж експерименти підтвердили, що якщо у воді міститься 1 мг/дм³ фтору, то флюороз не з'являється і при цьому зберігається захист від захворювання карієсом [5].

3 ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ ФТОРУ В ПИТНІЙ ВОДІ НА КІЛЬКІСТЬ ЗАХВОРИВШИХ СТОМАТОЛОГІЧНИМИ ЗАХВОРЮВАННЯМИ (КАРІЄС ТА ФЛЮОРОЗ)

Взаємозв'язок стану середовища існування людини з показниками здоров'я і якості життя є добре відомим.

Фтор надходить в організм переважно з питною водою (відповідно до 95% від загального добового нахождення) []. Для фтору є важливим й аерогенний шлях надхождення в організм [].

При виборі джерел водопостачання населених пунктів слід віддавати перевагу тим, де вміст мінеральних компонентів відповідає фізіологічно адекватним концентраціям, рекомендованим чинними нормативами.

До найбільш важливих аспектів впливу водного фактору на стоматологічне здоров'я, безперечно, належить забезпечення організму людини фізіологічно оптимальними кількостями фтору. На зв'язок вмісту фтору у питних водах та стану стоматологічного здоров'я дослідники вперше звернули увагу ще в середині XIX сторіччя. Вже у 1849 році були з'ясовані концентрації фтору у твердих тканинах зубів, кісток та у питній воді []. До початку XX сторіччя були описані клінічні прояви флюорозу та сформульовано припущення про те, що фтор може бути карієспротективним фактором. З того часу почалося активне дослідження ролі фтору у детермінації стоматологічного здоров'я населення.

Втім вперше наявність зворотного кореляційного зв'язку між поширеністю флюорозу та карієсу була доведена англійським стоматологом Норманом Айнсвортом у 1925 році [14].

Фундатором наукового напрямку дослідження фізіологічної та гігієнічної ролі фтору у питній воді в країнах СНД та Східній Європі є професор Р.Д. Габович, автор унікальної серії монографій «Фтор та його

гігієнічне значення», «Фторування та знефторення питної води», «Фтор в стоматології та гігієні» [15-17].

В умовах експерименту Р. Д. Габович вивчав обмін фтору в організмі і вплив води з різними концентраціями його на функціональний стан органів і систем, а також на деякі показники реактивності організму. Він першим охарактеризував осередки флюорозу на території України і вказав на взаємозв'язок між концентрацією фтору в питній воді та клінічною картиною цієї хвороби. Р. Д. Габович склав карти вмісту фтору в підземних водах України, обґрунтував потребу у фторуванні питної води і профілактичні заходи щодо запобігання ендемічному флюорозу і карієсу зубів [16-17].

Накопичені данні дозволили обґрунтувати нормативи вмісту фтору в питній воді при підготовці державного стандарту якості питної води. Проведені роботи були настільки фундаментальні, що до останнього часу гігієнічний норматив вмісту фтору в питній воді залишався незмінним – 0,7-1,5 мг/дм³ в залежності від кліматичних районів [18]. У 2010 р в Україні прийняті нові державні санітарні норми ДСанПіН 2.2.4-171-10, відповідно до яких гранично припустимий вміст фторидів у водопровідній та бутильованій воді визначається на рівні 1,5 мг/дм³ для II кліматичної зони, 1,2 – для III кліматичної зони і 0,7 мг/дм³ – для IV кліматичної зони. Для колодязної води, незалежно від кліматичного району ГДК фтори дів складає 0,7 мг/дм³. Згідно цього ж документу діапазон фізіологічної адекватності для фтори дів відповідає інтервалу концентрацій 0,7-1,5 мг/дм³ [19].

Чисельні експериментальні дослідження також показали безпечність вживання води з фтором у межах гігієнічних нормативів (Р. Д. Габович, Г. Д. Овруцький). У містах, де вода фторувалась протягом десятиліть, навіть спеціальні дослідження не виявили негативного впливу на здоров'я чи фізичний розвиток населення. Одночасно показана була позитивна динаміка зменшення захворюваності на карієс [20]. Так, у дослідженнях, проведених Р. Д. Габовичем та Г. О. Степаненко у м. Івано-Франківську було доведено,

що після 10 років фторування захворюваність карієсом знизилась у дітей 7 років на 75%, 8 років - на 70%, 9 років - на 67%, 10 років - на 55%, 11 років - на 45%, 12 років - на 35%, 13 років - на 32%. Таким чином, у осіб, які споживають фторовану воду на протязі усього життя, захворюваність карієсом знижувалася майже на 60-75% [20].

Ефективність фторування питної води є доведеною для всіх груп населення [19, 20, 33,34].

В Україні проводилися дослідження проблеми забезпечення фтором осіб, що проживають у різних екологічних умовах [20,11]. Були виділені території, що характеризуються різними концентраціями фтору у питній воді, в тому числі є ризиковими за виникненням симптомів гіпофторизму та флюорозу. Відзначено, що осередки ендемічної патології зазвичай концентруються у районі розвитку несприятливого процесу (техногенного чи природного) - тектонічних розламів, солянокупольних структур тощо [36].

Слід зазначити, що вміст фтору у природних питних водах часто не відповідає фізіологічному оптимуму. Води з поверхневих джерел як правило бідні на фтор, вміст якого не перевищує 0,5 мг/л, тоді як підземні води, особливо у гірській місцевості, можуть містити до 50,0 мг/л фтору. Найвищі концентрації фтору знаходять у місцевостях, гідрогеологічні умови в яких характеризують переважанням лужних вулканічних або осадових порід, наявністю гідротермальних вод [21]. У більшості питних вод більше 95% загального фтору знаходяться у вигляді вільного фтор іону, значно менше цього мікроелементу існує у вигляді магній-фторидного комплексу (MgF^+). Доведено, що одним з основних джерел надходження фтору у питні води є слабозрочинна сіль фториду кальцію (CaF_2), при цьому найбільші рівні фтору визначаються, як правило, у питних водах з невисоким вмістом кальцію, з високим рівнем загальної лужності та низькою жорсткістю [19].

Унікальність фтору полягає в тому, що 70–90% добового надходження цього мікроелементу пов'язані безпосередньо з споживанням питної води. Це

певною мірою обумовлює високу профілактичну ефективність фторування води при централізованому водопостачанні. Однак, в тих регіонах де переважає децентралізоване водопостачання, можуть з успіхом застосовуватися альтернативні джерела фтору, до яких належать фтороване молоко, фторована сіль та фтормісткі нутрицевтики, а також засоби дентальної гігієни, які містять сполуки фтору [21].

Переважає більшість населення України мешкає в умовах, де спостерігається помітний або значний дефіцит фтору [22].

Дослідження свідчать про те, що в умовах комплексного впливу несприятливих чинників довкілля, зокрема при формуванні природних та антропогенних біогеохімічних провінцій, показники стоматологічного здоров'я можуть виступати у ролі маркерів ефекту та дози щодо відповідних екзогенних факторів ризику. Це стосується й проблеми забезпечення організму фтором [17-19].

Одним із основних джерел надходження фтору в організм людини є природні води.

Хімічний склад природних вод формується під впливом багатьох природних чинників (клімат, хімічний склад водовмісних порід, тектоніка, водообіг та інші), що обумовлює їх гідрохімічнuzональність - горизонтальну (площину) і вертикальну (глибину). Значно впливає на склад води, переважно негативно, і техногенна діяльність людини.

Водні ресурси Одеської області складаються з запасів підземних та поверхневих вод. Запаси поверхневих вод на території області розподіляються нерівномірно. Найбільш забезпеченим є південний захід, який тяжіє до річок Дністер та Дунай, північна та центральна частина території характеризуються обмеженими запасами води. Забезпеченість потреби підземними водами питної якості у цілому по області становить 28 %. Майже на 72 % питневодопостачання області забезпечується за рахунок поверхневих джерел. З поверхневих джерел отримують воду Одеська водопровідна мережа

- з ріки Дністер, Кілійська та Вилківська - з ріки Дунай, Болградська - з озера Ялпуг.

Дослідження по вмісту фтору в питних водах Одещини представлені на рис. 3.1 та рис. 3.2. При значній варіабельності рівнів фтору в питних водах (0,21 - 1,92 мг/дм³) визначені зони його підвищеного вмісту (вище ГДК), що охоплюють Арцизький - 1,92 мг/дм³, Тарутинський - 1,84 мг/дм³ і Татарбунарський - 1,48 мг/дм³ райони. Оптимальний вміст фтору визначений тільки в одному районі області - Саратському (1,15 мг/дм³). Середній вміст фтору (0,44 мг/дм³ - 0,73 мг/дм³) визначений у Ананьївському, Балтському, Березівському, Білгород-Дністровському, Болградському, Велико-Михайлівському, Іванівському, Ізмаїльському, Комінтернівському, Котовському, Красноокнянському, Любашівському, Миколаївському, Овідіопольському, Фрунзівському та Ширяївському районах. До зони з низьким вмістом фтору (0,28 мг/дм³ - 0,32 мг/дм³) відносяться Кілійський, Кодимський та Ренійський райони. Найнижчий вміст (0,12 мг/дм³ - 0,23 мг/дм³) фтору мають питні води Роздільнянського, Біляївського та Савранського районів Одеської області.

Дослідження по визначенню захворюваності дитячого населення області деякими стоматологічними патологіями показали, що існують певні закономірності поширення карієсу та флюорозу зубів в залежності від вмісту фтору в питних водах. Захворюваність населення на карієс зубів виявлено у всіх районах області (рис. 3.3 та 3.4). Причому, у 5 районах відзначається висока поширеність карієсу зубів - це Арцизький, Тарутинський, Татарбунарський, Овідіопольський та Саратський райони. У 17 районах відзначається середня поширеність каріозного процесу це - Ананьєвський, Балтський, Березівський, Болградський, Білгород-Дністровський, Велико-Михайлівський, Іванівський, Ізмаїльський, Комінтернівський, Котовський, Красноокнянський, Любашівський, Миколаївський, Ренійський, Савранський, Фрунзівський, Ширяївський. І тільки у Біляївському,

Кілійському, Кодимському та Роздільнянському районах виявлено невисоку поширеність карієсу зубів.

Відзначається пряма залежність вмісту фтору в питній воді в перерахованих вище районах з показниками поширеності карієсу зубів. Так, наприклад, в Арцизському районі при вмісті фтору в питній воді $1,92 \text{ мг/дм}^3$ поширеність карієсу зубів у середньому була $37,5 \%$; у Тарутинському районі при вмісті фтору $1,84 \text{ мг/дм}^3$ поширеність каріозного процесу склала $46,6 \%$. У районах з низьким вмістом фтору в питній воді, як відзначалося раніше, переважає висока поширеність каріозного процесу. Так, наприклад, у Біляєвському районі при вмісті фтору в питній воді $0,21 \text{ мг/дм}^3$ поширеність карієсу зубів склала $95,4 \%$; у Кодимському районі при вмісті фтору в питній воді $0,28 \text{ мг/дм}^3$ поширеність каріозного процесу відповідала $93,8 \%$.

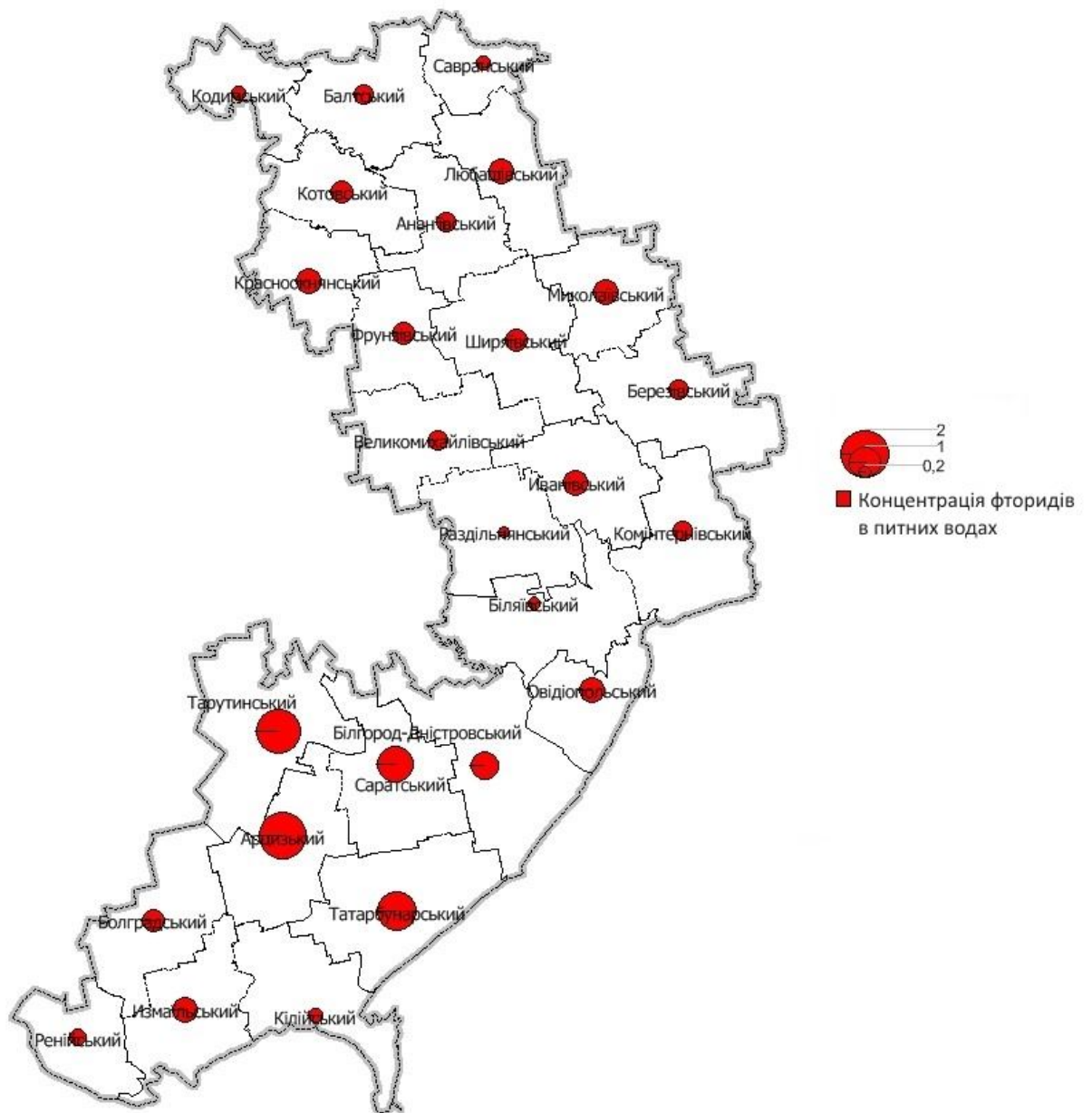


Рис. 3.1 Вміст фторидів в питних водах по районах Одеської області

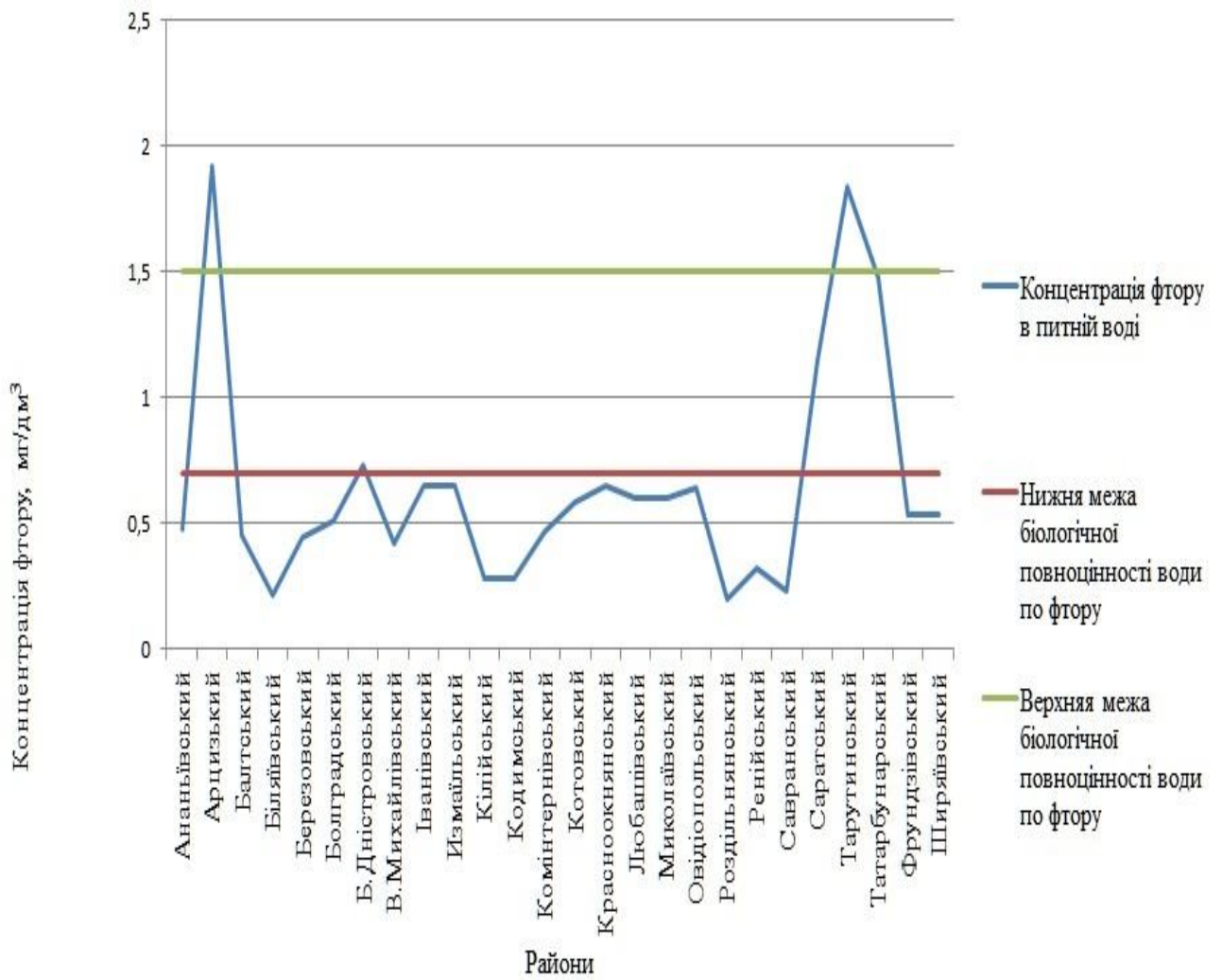


Рис. 3.2 Вміст фторидів в питних водах по районам Одеської області

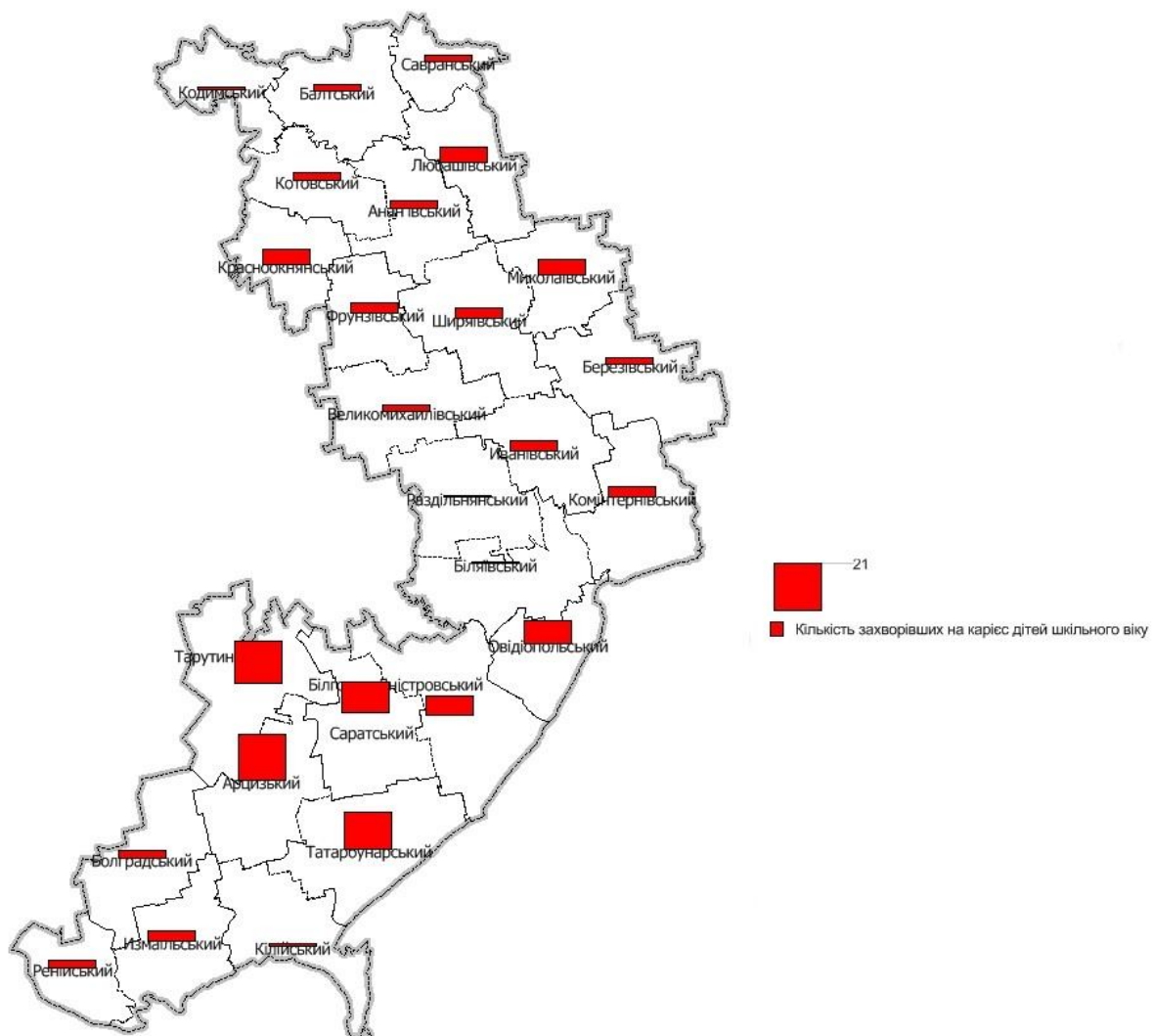


Рис. 3.3 Розповсюдження карієсу у дітей шкільного віку в залежності від концентрації фторидів в питних водах

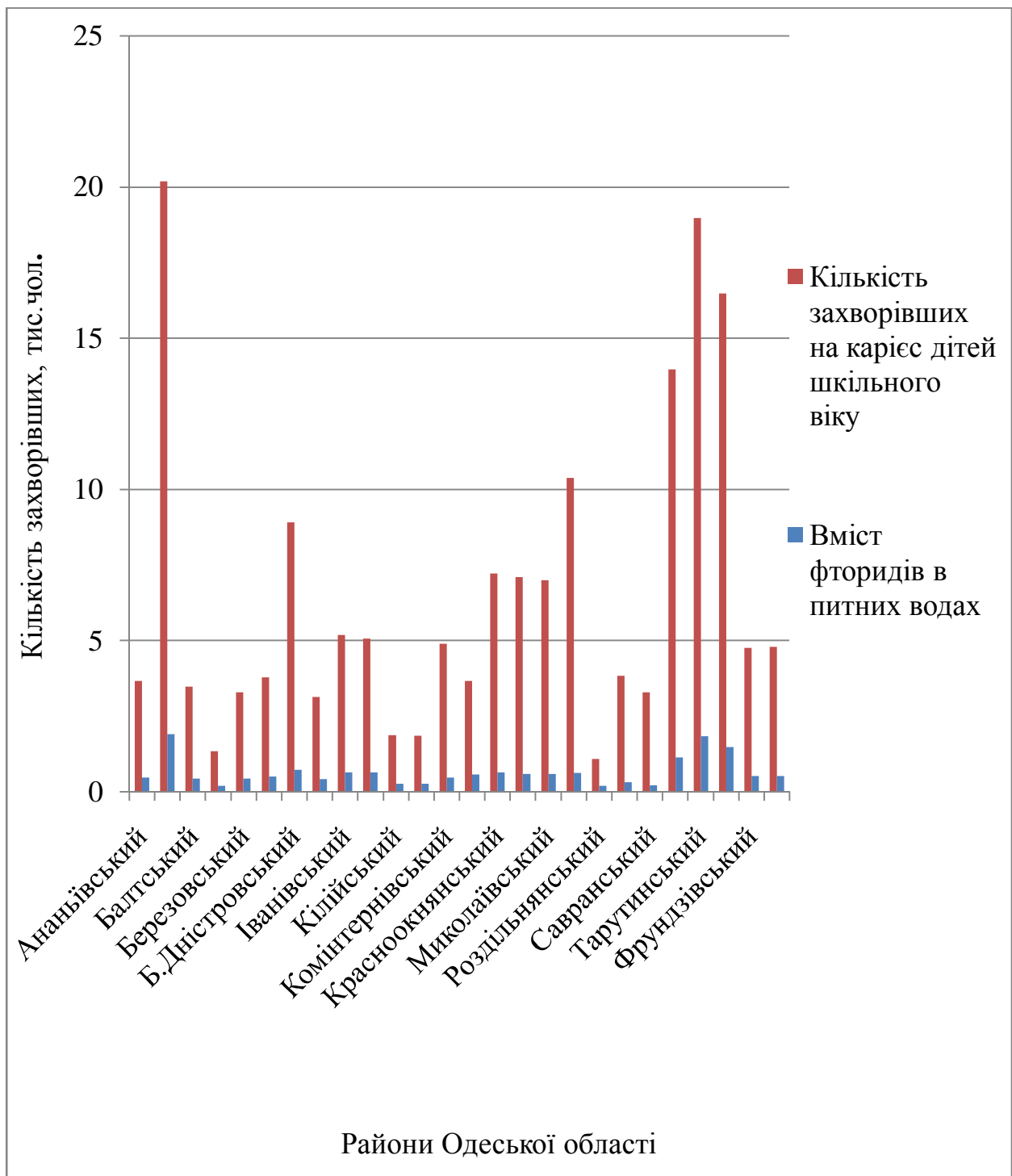


Рис. 3.4 Залежність захворюваності на карієс дітей шкільного віку від концентрації фторидів в питних водах районів Одеської області

Зробивши розрахунок коефіцієнтів кореляції між кількістю захворівших та вмістом фторидів у питних водах, можна зробити висновки, що між захворюваністю на флюороз та карієс існує прямий зв'язок (табл. 4.1).

Табл. 3.1 Значення коефіцієнту кореляції між стоматологічними захворюваннями та вмістом фторидів в питних водах Одеської області

Назва захворювання	Значення коефіцієнту кореляції
Карієс	0,725
Флюороз	0,734

ВИСНОВКИ

Визначення захворюваності на деякі стоматологічні патології засвідчили, що є певні закономірності поширення карієсу та флюорозу зубів залежно від вмісту фторів в питних водах.

1. За високого вмісту фтору в питній воді населення хворіє на таке стоматологічне захворювання, як ендемічний флюороз зубів.

2. У разі підвищеного вмісту фтору 3–5 % населення цих районів хворіє на флюороз першого та другого ступеня. Захворювання на карієс близьке до мінімального.

3. За низьких концентрацій фтору в питній воді захворюваність населення на карієс зубів більша, ніж у разі оптимальної концентрації фтору.

Оптимальний (такий, що не викликає ні флюорозу, ні карієсу) вміст фтору у воді становить $1,2 \text{ мг/дм}^3$, низький (той, що спричиняє карієс) - $0,45$, дуже низький (який спричиняє широкомасштабні ураження карієсом) - $0,25 \text{ мг/дм}^3$. Однією з можливих причин стоматологічних хвороб, навіть за оптимального вмісту фтору в питній воді, може бути поєднана його дія з іншими елементами.

Отже, фтор належить до мікроелементів, які виявляють всебічну дію, і для нормальної життєдіяльності організмів необхідний у чітко лімітованих кількостях. Вміст фтору у воді - один з критеріїв, що визначає придатність води до використання в господарстві і, особливо, у питному водопостачанні населення.

Одним із основних джерел надходження фтору в організм людини є питні води. Вміст фтору в питних водах Одещини коливається в широких межах: $0,21\text{--}1,92 \text{ мг/дм}^3$. Вміст фтору в питних водах міста Одеси є дуже низьким — $0,09\text{--}0,23 \text{ мг/дм}^3$.

Високий рівень захворюваності на флюороз виявлено в Тарутинському, Арцизькому і Татарбунарському районах, де вміст фтору в питних водах

перевищує ГДК та високий рівень захворюваності на карієс в Роздільнянському і Біляївському районах, які відносяться до зони з низьким вмістом фтору ($0,21\text{мг/дм}^3$).

Виявлено, що для населення міста характерні високі показники захворювання як на карієс, так і флюороз, що пов'язано з виділенням промислових районів зі значним антропогенним навантаженням, в тому числі і сполуками фтору.

Щоб запобігти масовому захворюванню населення флюорозом чи карієсом, доцільно проводити фторування (при концентрації іонів фтору у воді менше $0,3\text{--}0,5\text{ мг/дм}^3$) чи де фторування вод (більше $1,5\text{ мг/дм}^3$ фтор-іонів). Доцільно систематично проводити моніторинг питних вод як міста Одеси так і області в цілому з метою запобігання захворюваності населення в тому числі і стоматологічними захворюваннями.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Вознесенский С. А. Химия фтора. – Л.: ХИМТЕОРЕТ, 1937. - 168 с.
2. Войнар А. О. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. - М.: Советская наука, 1989. - 135 с.
3. Выхованец Ю. Г. Гигиеническая оценка суммарного поступления фтора в организм с учетом биогеохимических условий Донбасса: Дис. канд. мед. Наук. –Днепропетровск, 1993.-132 с.
4. Габович Р. Д. Фтор и его гигиеническое значение. - М.: Медгиз, 1957. - 250 с.
5. Габович Р. Д. Экспериментальные исследования токсичности малых концентраций фтора. – М.: Гигиена и санитария, 1953. - №1. - С. 9-14.
6. Микроэлементы в природных водах и атмосфере. / Под ред. Т.Н. Жигаловской, С.Г. Малахова.- М.: Гидрометеиздат, 1974. – 183 с.
7. Лукомский И.Г. Фтор в медицине. - М.: Наука, 1940. - 380 с.
8. Николаева Т.А. Очаг эндемического флюороза // Гигиена и санитария. – 1949. - №7. - С.21-26.
9. Белікова І. В. Наукове обґрунтування оптимізації функціонально-організаційної моделі профілактики стоматологічних захворювань у дітей: автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.02.03 / І. В. Белікова. — К., 2010. — 23 с.
10. Закариев З. З. Роль стоматологической диспансеризации в снижении интенсивности заболеваний полости рта: диссертация кандидата медицинских наук - Москва, 2009.- 199 с.
11. Дичка Л. В. Вплив мінеральної води різних типів при використанні як питної на стан здоров'я населення: автореф. дис. канд. мед. наук: 14.02.01 / ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М.Марзєєва АМН України". — К., 2008. — 20 с.

12. Антонова А. А. Каріес зубів у дітей в умовах мікроелементозів Хабаровського краю: патогенез, профілактика: Дис. д.мед.н. / А.А. Антонова – Хабаровск. - 2006 – 355 с.

13. Гігієнічне нормування фтору як провідний напрямок наукової діяльності професора Р. Д. Габовича / А. М. Гринзовський, Г. П. Степаненко, В. Г. Бардов // Гігієна населених місць. – 2009 - №54 – С. 82-86

14. Крюченко Н. О. Геохімія фтору питних вод України: Автореф. дис. канд. геол. наук: 04.00.02 / НАН України; Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення. — К., 2002. — 17 с.

15. Габович Р. Д. Фтор и его гигиеническое значение. / Р. Д. Габович. - М.: Медгиз. - 1957. - 250 с.

16. Габович Р. Д. Фторирование и обесфторивание питьевой воды. / Р. Д. Габович, Г. И. Николадзе. - М.: Медицина, 1968. - 234 с.

17. Габович Р. Д., Овруцкий Г. Д. Фтор в стоматологии и гигиене / Р. Д. Габович, Г. Д. Овруцкий. – Казань: Казан. гос. мед. ин - т., 1969. – 512 с.

18. Наказ МОЗ №400 від 12.05.2010 «Про затвердження Державних санітарних норм та правил СанПіН 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною". Електронний ресурс. Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0452-10>.

19. Габович Р. Д. Эффективность фторирования воды с целью профилактики кариеса зубов / Р. Д. Габович, Г. А. Степаненко. / Стоматология. - 1977. - №3. – С. 70 - 72.

20. Смоляр В. І. Надлишок фтору у питній воді і фториста інтоксикація / В. І. Смоляр, Г. І. Петрашенко // Проблеми харчування. – 2007 - №1. – С. 15-17.

21. Добровольский Е. В. Динамика формирования фторидной составляющей химического состава подземных вод: Модель влияния кинетических и фильтрационных факторов. / Е.В. Добровольский, В.И. Лялько // Геохимия. - 1983. - № 7. - С. 1050–1065.

22. Косенко К. Н. Стратегия профилактики основных стоматологических заболеваний с учетом их эпидемиологии и биогеохимических особенностей Украины / К. Н. Косенко, О. В. Деньга // Вісник стоматології. – 2009 - №4 – С. 24 - 32.