

УДК 631.41:546.16

**В. І. Тригуб**, канд. геогр. наук, доцент  
кафедра ґрунтознавства і географії ґрунтів,  
Одеський нац. університет імені І.І. Мечникова,  
вул. Дворянська, 2, Одеса-82, 65082, Україна

## ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО НОРМУВАННЯ ГРАНИЧНО ДОПУСТИМИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ФТОРУ В СИСТЕМІ «ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ – ЛЮДИНА»

Розглянуто теоретичні основи екологічного нормування та підходи до встановлення граничних концентрацій фтору в природних об'єктах. Викладено критерії визначення рівнів допустимих концентрацій мікроелементу в атмосферному повітрі, ґрунті, природних (в тому числі питних) водах та його вплив на здоров'я населення. Результати аналізу літературних джерел та власних досліджень засвідчують наявність зв'язку між вмістом фтору в компонентах природного середовища і здоров'ям населення. Для збереження якості навколишнього середовища та здоров'я людей необхідне строге нормування надходжень сполук фтору в біосферу.

**Ключові слова:** фтор, гранично допустимі концентрації, природне середовище, людина.

### Вступ

Необхідність захисту біосфери від негативного антропогенного впливу сьогодні не викликає сумніву. Основна мета екологічного нормування полягає у розробці норм шкідливих речовин для запобігання забрудненню навколишнього середовища та безпеки життя і діяльності людини. Головним завданням екологічного нормування є встановлення допустимого тиску на педосистему. Допустимим вважається такий антропогенний вплив, за якого відхилення від нормального стану природної системи не перевищує природних змін, а, відповідно, не викликає небажаних наслідків у живих організмів і не призводить до погіршення якості навколишнього середовища.

*Мета роботи* – аналіз існуючих гранично допустимих концентрацій фтору в природних об'єктах та їх вплив на стан здоров'я населення. Для досягнення мети треба вирішити наступні *провідні задачі*: а) виконати обговорення стислої історії досліджень; б) встановити граничні рівні забруднення фтором; в) розробити класифікацію зрошувальних ґрунтів за вмістом фтору; г) розкрити питання про норму фтору в питній воді. Всі ці питання є певним внеском в теорію санітарії та ґрунтознавства, а тому ця стаття має відповідне *теоретичне значення*.

*Об'єктом* нашого дослідження є фтор, важливий хімічний елемент з навколишнього оточення у взаємопов'язаній системі «природне ґрунтове середовище – людина». *Предмет дослідження* – це оцінка педоекологічного нормування гранично допустимих концентрацій фтору в системі «ґрунтове

середовище–людина». Стаття має суттєве *практичне значення* і може бути використаною під час оцінки якості навколишнього довкілля із певним впливом антропогенного фактору.

### Стисла історія досліджень

Питання екологічного нормування розглядається вченими різних країн вже не одне десятиріччя, проте є не достатньо вирішеним і в теперішній час. Відсутня єдина наукова концепція нормування в області охорони навколишнього середовища в цілому з врахуванням всіх компонентів біосфери. Існують лише окремі науково-методичні підходи стосовно регулювання екологічної якості ґрунтів, природних вод, атмосферного повітря, які приведені в роботах [2, 4, 8, 13-16, 18, 22-29]. Розглядаючи проблему нормування вмісту забруднюючих речовин в природних об'єктах, зазвичай, виділяють два головних напрями: санітарно-гігієнічний та екологічний. Завданням гігієнічного нормування є захист людини від можливого негативного впливу різних факторів, а при екологічному нормуванні розуміється діяльність людини (наукова і правова), яка направлена на обмеження негативного впливу на навколишнє середовище для підтримки стійкого функціонування природних екологічних систем і збереження біологічного різновиду [28].

Санітарні норми і правила для різних чинників природного та професійного середовища (СанПіН), державні стандарти (ДЕСТи) також входять до системи гігієнічних нормативів. Система гігієнічного регламентування, якою нині користуються в Україні, оцінює шкідливі чинники з позиції «нульового» ризику. Вважається, що при дотриманні гігієнічних нормативів, шкода здоров'ю населення не наноситься. Між тим, ймовірність негативного впливу на здоров'я людей шкідливих чинників навколишнього середовища існує при будь-якому рівні, відмінному від нульового [29].

Загальновідомо, що забруднення навколишнього середовища істотно погіршує стан здоров'я населення. Несприятливий вплив різноманітних антропогенних факторів призводить до збільшення рівня смертності, захворюваності, погіршення фізичного розвитку та інших негативних наслідків. Сучасна ситуація характеризується тим, що, незважаючи на деяке зниження рівня забруднення навколишнього середовища промисловими підприємствами, зберігаються підвищені концентрації токсичних речовин у ґрунті, природних, у тому числі в питних водах, атмосферному повітрі [7].

Особливе значення, з погляду на екологічний стан навколишнього середовища, відіграють мікроелементи. До *мікроелементів* зачисляють *хімічні елементи облігантні (обов'язкові) для рослинних і тваринних організмів, вміст яких у ґрунтах вимірюється величинами порядку  $n \cdot 10^{-2}$ – $n \cdot 10^{-5}\%$*  (за А. П. Виноградовим). У літературних джерелах ці елементи називають також: «малі»(Ф. Кларк), «рідкісні»(В. В. Гольдшміт), «розсіяні»(А. Є. Ферман) тощо. Наведене вище кількісне визначення є доволі умовним. В сучасне поняття «мікро-

елемент» вкладають не тільки його кількісний вміст в організмах, а і роль у перебігу біохімічних процесів. Встановлено, що кількість елементів і сполук у різних ситуаціях може відігравати як позитивну, так і негативну роль. Деякі речовини у незначних кількостях необхідні для нормального розвитку організмів, проте у підвищених – діють на них токсично. Такий дуалістичний вплив хімічного складу довкілля, зокрема і ґрунтово-екологічного, на живі організми спостерігається для будь-яких речовин, однак – найконтрастніше це виявляється на прикладі мікроелементів.

За В. А. Ковдою, практично для кожного елемента існують чотири рівні концентрацій: *дефіцит елемента, оптимальний вміст, підвищений (припустимий) вміст і дуже високий (летальний)*. Тобто, при дефіциті вмісту елемента для живих організмів його розглядають як мікроелемент, а при надлишку вважають забруднювачем [18]. Мікроелементи у певних дозах є необхідними для функціонування організму, але їх надлишок у природному середовищі може викликати різноманітні захворювання або ураження всього організму. До найбільш суперечливих мікроелементів, щодо його оптимального вмісту в харчовому ланцюзі, відноситься фтор. Відомо, що нестача фтору, як і надлишок, в продуктах харчування і питній воді негативно впливають на організм людини, викликаючи при цьому різні захворювання. Особливо негативним є надлишок фтору. Проявами інтоксикації фтору є порушення обміну речовин і резорбції у кістковій тканині, погіршення імунобіологічної резистентності, зниження активності у печінці та нирках лужної та кислої фосфатази, кальцифікації легеневої тканини, уповільнення процесів росту та статевого розвитку. Інтоксикація призводить до флюорозу зубів і кісток, порушення опорно-рухового апарату, гепатиту, нейроциркулярної дистонії, дистрофії міокарда, гастриту, риніту, змін ЕКГ [8]. Тому є актуальною оцінка наявних гранично допустимих та оптимальних рівнів вмісту фтору в об'єктах навколишнього середовища та їх вплив на здоров'я населення.

### Результати та їх обговорення

Для запобігання негативних наслідків впливу забруднюючих речовин на окремі компоненти природного середовища необхідно знати їхні граничні рівні, за яких можлива нормальна життєдіяльність і функціонування організмів. Основною величиною екологічного нормування вмісту шкідливих хімічних сполук в компонентах природного середовища є *гранично допустима концентрація* (ГДК). ГДК – це такий вміст шкідливої речовини в навколишньому середовищі, який при постійному контакті або за певний проміжок часу майже не впливає на здоров'я людини і не викликає негативних наслідків у її нащадків. При визначенні ГДК беруть до уваги не тільки вплив забруднювальної речовини на здоров'я людини, але і її вплив на тварини, рослини, мікроорганізми, а також на природні комплекси загалом.

ГДК забруднювальних речовин для повітря, води, ґрунту, харчових продуктів і кормів встановлюють у законодавчому порядку або рекомендують компетентні установи. Вміст хімічних сполук у навколишньому середовищі почали контролювати ще в 1925 році. В 1949 році вперше були встановлені деякі граничнодопустимі концентрації для атмосферного повітря, в 1950 році – для води, і вже пізніше для ґрунтів і рослин. Інтегральним критерієм небезпеки хімічних елементів для людини при їхньому попаданні у навколишнє середовище є гранично допустимі концентрації в атмосферному повітрі, воді і ґрунті [4, 10-13, 21,22]. На сьогодні гранично допустимі концентрації фтору розроблені для повітря, ґрунтів, природної і питної води, рослин (табл. 1).

Таблиця 1

**Критерії оцінки ступеня забруднення фтором природної і питної води, ґрунту, рослин (таблиця складена з урахуванням ДСТів)**

Ступінь забруднення фтором	Вода в т.ч. питна мг/л	Коефіцієнт небезпеки, с/ГДК	Ґрунт		Рослини 1 мг/кг
			Фтор загальний мг/кг	Фтор водорозчинний мг/кг	
Допустима	0-0,7	0-1	0-500	0-10	0-50
Критична	0.7-1.5	2-3	500-800	10-30	50-100
Недопустима	більше 1.5	>3	більше 800	більше 30	> 100
ГДК	1.5		-	10	0-50

<sup>1</sup> Значення для дуже чутливих або дуже стійких видів рослин не враховувалися.

Під гранично допустимою концентрацією атмосферного повітря розуміють таку концентрацію хімічної речовини у повітрі населених місць, яка не викликає прямого або непрямого шкідливого впливу на людину невизначено тривалий час. Концентрація фторидів в атмосфері більшості міських і сільських районів настільки низька, що її важко зафіксувати. Основна небезпека забруднення атмосферного повітря виникає в районах промислових підприємств, у викидах яких утримуються фториди. Ці викиди ведуть до забруднення рослин, ґрунту, поверхневих вод і створюють небезпеку включення в харчовий ланцюг. Гранично допустимі концентрації фтору в атмосферному повітрі для міських поселень (ДСТ № 1892-76) становлять: для газоподібних сполук ( $HF$ ,  $SiF_4$ ,  $NaF$ ) разова максимальна – 0,02 мг/м<sup>3</sup>, пересічнодобова – 0,005 мг/м<sup>3</sup>; для розчинних неорганічних фторидів ( $NaF$ ,  $Na_2SiF_6$ ) разова максимальна – 0,03 мг/м<sup>3</sup> і пересічнодобова – 0,01 мг/м<sup>3</sup>; для погано розчинних неорганічних фторидів ( $AlF_3$ ,  $CaF_2$ ,  $Na_3AlF_6$ ) разова максимальна – 0,2 мг/м<sup>3</sup>, пересічнодобова – 0,03 мг/м<sup>3</sup>. Проте, при вмісті фторидів в атмосферному повітрі нижче або на рівні існуючих ГДК, були зафіксовані випадки захворювання і загибелі великої рогатої худоби, ушкодження хвойної рослинності, зниження врожаю та інші негативні

ефекти, на підставі чого доцільно переглянути існуючі нормативи вмісту фторидів у повітрі та інших компонентах природного середовища [3, 4, 9, 15, 19].

Оцінюючи розміри шкоди від хімічного забруднення атмосферного повітря в Україні, необхідно приймати до уваги, що забруднення атмосферного повітря може: знижувати адаптаційні можливості організму і, як наслідок цього, стійкість до негативних чинників іншої етіології; підвищувати рівень захворюваності, в першу чергу, хворобами дихальної системи та впливати на рівень смертності населення [20].

Встановлення ГДК забруднювальних речовин у ґрунтах досить складне питання. З одного боку, ґрунтовий покрив – це середовище, набагато менш рухливе, ніж поверхневі води й атмосфера, і акумуляція хімічних сполук, які надходять у ґрунт, може відбуватися протягом тривалого часу, поступово наближаючись до гранично допустимих концентрацій. Активне мікробіологічне життя ґрунту і фізико-хімічні процеси, які відбуваються в ньому, сприяють трансформації сторонніх речовин, які надходять у ґрунт, причому, напрям і глибину цього процесу визначають багато чинників. У деяких випадках руйнування забруднювальних речовин і їхня міграція такі малі, що ними можна знехтувати. В інших випадках результати перебігу процесів деградації та міграції сторонніх хімічних сполук ґрунту, порівняно з темпами їхнього надходження, і межа їхнього накопичення в ґрунті зумовлюються рівновагою між процесом надходження забруднювальних речовин та їхнім видаленням шляхом руйнування або міграції. Отже, ГДК забруднювальних речовин у ґрунтах визначають не тільки за їхньою хімічною природою і токсичністю, а й за властивостями самих ґрунтів, відповідно до географічного закону системності. На відміну від повітря і води, ґрунти зонально-генетичного ряду настільки відрізняються один від одного за хімічним складом і іншими властивостями, що для них не можуть бути встановлені уніфіковані рівні ГДК, відповідно до закону географічної локальності. Ці рівні повинні залежати від конкретних умов: біокліматичних особливостей природної зони, властивостей ґрунту, вирощуваних культур, системи добрив, агротехніки тощо. Від інших компонентів ландшафтної сфери ґрунт відрізняється ще й тим, що забруднювальні речовини надходять у нього не тільки з атмосферними опадами, поливними водами, у складі баластових речовин і різних відходів, але і вносяться навмисно, як добрива. Тут даються ознаки впливу антропогенного фактору.

Систематичне внесення мінеральних добрив і хімічних меліорантів, які використовують з метою підвищення родючості ґрунтів, неминуче пов'язане із внесенням у ґрунт забруднювальних речовин, які здатні проявляти токсичний вплив на рослини, тварини і людей. Одним із таких елементів, який може міститися в фосфорних добривах і рівень якого треба контролювати, є саме фтор. Серед наявних забруднювальних сполук фтор належить до найнебезпечніших елементів (табл. 2). Така властивість зумовлена дуже високою хімічною і біологічною активністю елемента та різноманітністю прямих і побічних неспри-

ятливих наслідків. Наслідки від фторного забруднення проявляються у пошкодженні рослин, зниженні врожаю, зміні фізико-хімічних властивостей ґрунту, зменшенні родючості ґрунтів, захворюванні тварин і людей.

Таблиця 2

## Віднесення хімічних речовин, які надходять у ґрунти до класів небезпеки [17]

Клас небезпеки	Хімічна речовина
I	Миш'як, кадмій, ртуть, свинець, селен, цинк, фтор, бензи(а)пірен
II	Бор, кобальт, нікель, молибден, мідь, сурма, хром
III	Барій, ванадій, вольфрам, марганець, стронцій, ацетофенон

Принципи нормування хімічних забруднень ґрунтів відрізняються від прийнятих для атмосферного повітря і природних вод, оскільки надходження шкідливих речовин в організми людей і тварин безпосередньо з ґрунту відбувається у виняткових випадках і в незначних кількостях. Головні хімічні сполуки, що є в ґрунті, надходять в організм через інші субстрати, які контактують із ґрунтом, – воду, повітря, рослини. Тому при визначенні ГДК забруднювальних речовин у ґрунті особлива увагу приділяють тим сполукам, які можуть мігрувати в атмосферу, ґрунтові або поверхневі води чи накопичуватися в рослинах. Природно, що при цьому знижується якість сільськогосподарської продукції, що вирощується.

Міністерством Охорони здоров'я України затверджено ГДК для водорозчинних форм фтору. Прийняті допустимі рівні його вмісту за показниками шкідливості: транслокаційний – 10 мг/кг, міграційний (водний) – 10 мг/л і загально-санітарний – 25 мг/кг. Основою оцінки небезпеки забруднення ґрунтів, використаних для вирощування сільськогосподарських рослин, є транслокаційний показник шкідливості. Це обумовлено тим, що з продуктами харчування рослинного походження в організм людини надходить у середньому 70 % шкідливих хімічних речовин. Крім того, рівень транслокації визначає рівень накопичення токсикантів у продуктах харчування, впливає на їхню якість. Різниця допустимих рівнів вмісту токсикантів за різними показниками шкідливості дає змогу розробити рекомендації з практичного використання ґрунтів забруднених територій.

Оцінюючи небезпеку забруднення ґрунтів різноманітними хімічними речовинами, потрібно брати до уваги те, що:

1 – чим більші фактичні рівні вмісту контрольованих речовин у ґрунті ( $c$ ) перевищують ГДК, тобто чим більше значення коефіцієнта небезпеки ( $K$ ), тим більша небезпека забруднення ґрунту:

$$K = c/\text{ГДК}$$

2 – чим вищий клас небезпеки контрольованих речовин, тим вища небезпека забруднення;

3 – оцінка небезпеки забруднень будь-яким токсикантом повинна проводитися з врахуванням буферності ґрунту, яка впливає на рухомість хімічних елементів. Порядок зростання небезпеки забруднення ґрунтів (за літературними джерелами) можна розташувати в такий ряд: чорнозем, дерново-підзолистий суглинковий, дерново-підзолистий супіщаний.

Контроль за станом забруднення ґрунтів здійснюють за вмістом як валових, так і рухомих форм елементів (табл. 1). Переважна частина фтору у ґрунтах (до 95%) знаходиться у формі малорозчинних сполук. Але найбільшою мірою беруть участь у процесах, які відбуваються в системі «ґрунт – меліорант (добриво) – рослина» рухомі, зокрема водорозчинні форми фтору. Зрошення приводить до збільшення кількості водорозчинного фтору в ґрунтах, який може легко вилугуватись із ґрунтів, створюючи загрозу забруднення цим елементом геохімічно залежних ландшафтів і місцевих джерел водопостачання. Особливо актуальним є визначення гранично допустимих концентрацій водорозчинного фтору для півдня України. При зрошенні міграційні властивості фторидів значно збільшуються, що становить загрозу його надходження в ґрунтові води та рослинну продукцію.

На підставі наявної авторської, а також отриманої в ході досліджень різними авторами, інформації розроблено класифікацію зрошуваних ґрунтів за вмістом водорозчинного фтору (табл. 3).

Таблиця 3

#### Класифікація зрошуваних ґрунтів за вмістом водорозчинного фтору [1]

Рівень вмісту фтору	Вміст водорозчинного фтору, мг/кг
Низький	3
Середній	3-6
Високий	6-9

Гранично допустимі концентрації фтору для рослин є умовними, оскільки не враховуються значення для дуже чутливих або стійких видів рослин (табл. 1). Найвиразніша ознака нестачі фтору у рослинах – порушення їх нормально-го росту. У невеликих концентраціях сполуки фтору призводять до короткочасного пошкодження рослинності. Значне накопичення фтору в ґрунті і рослинах може призвести до хронічного пошкодження або загибелі рослин.

Забруднення рослинності фтористими сполуками веде (залежно від дози) до її ушкодження чи навіть загибелі деревних форм, переважно хвойних порід, а використання забруднених сільськогосподарських рослин і кормових трав становить небезпеку отруєння для людей, домашніх і диких тварин.

Екологічний стан водних ресурсів значною мірою визначає стан здоров'я населення. Гранично допустима концентрація хімічної речовини у воді водо-

ймищ регламентує таку його концентрацію, що не викликає в організмі прямого або непрямого шкідливого впливу протягом всього життя людини, на здоров'я наступних поколінь і не погіршує гігієнічні умови водокористування.

Згідно з Держстандартом 17.1.1.03-86 водокористування класифікується за такими ознаками:

– за цілями водокористування – господарсько-питне, комунально-побутове, сільськогосподарське, для рибного господарства, для водного транспорту;

– за об'єктами водокористування – поверхневі, підземні, внутрішні та територіальні морські води;

– за способом використання – з вилученням води та з її поверненням, з вилученням води без повернення, без вилучення води.

Для санітарної оцінки води використовуються наступні показники:

– гранично допустимі концентрації речовин у воді (ГДК);

– орієнтовно допустимі рівні речовин у воді (ОДР);

– лімітуючі ознаки шкідливості (санітарно-токсикологічний, загально-санітарний, органолептичний з розшифруванням його властивостей: впливу на колір, утворення піни та плівки, надання присмаку);

– клас небезпечності речовин. Віднесення шкідливих речовин до класу небезпеки залежить від їхньої токсичності, здатності викликати віддалені ефекти, від виду лімітуючого показника шкідливості. Як видно з таблиці 4, фтор відноситься до найвищого класу небезпеки, що зумовлено його високою хімічною і біологічною активністю та різноманітністю прямих і побічних несприятливих наслідків.

Таблиця 4

**Класи небезпечності різних хімічних елементів, які входять до складу водних об'єктів**

Клас небезпеки	Назва хімічних елементів та речовин
I	Миш'як, кадмій, ртуть, свинець, селен, цинк, фтор
II	Бор, кобальт, нікель, молібден, мідь, сурма, хром, кремній, бензол, дихлоретан, натрій, нітрити
III	Барій, ванадій, вольфрам, марганець, стронцій, залізо
IV	Капролактамі, нафтопродукти, фенол

ГДК фтору у водоймах СНГ є в межах 0,7-1,5 мг/л (ДСТ 2484-54). Аналіз сучасної літератури свідчить про підвищення фонового вмісту фтору у водоймах до 1,3-1,7 мг/л порівняно з рівнем 50-их років минулого сторіччя – 0,3-0,8 мг/л [4], через що потрібен строгий контроль за вмістом сполук фтору в поверхневих водах.

Значна кількість забруднюючих речовин потрапляє до водних об'єктів з дощовими і талими водами, стічними водами. Тому, крім державного контролю, стан води контролюється підприємствами, котрі використовують воду та ски-



дають стоки у водоймища. Гранично допустимі концентрації фтору в стічних водах представлені в табл.5.

Таблиця 5

**Гранично допустимі концентрації фтору в стічних водах**

Назва підприємств	Вміст фтору, мг/г
Господарсько-побутові	0,7
Культурно-побутові	0,75
Рибне господарство	0,01
СанПін	1,5 – 0,7

Аналіз чисельності нормованих показників якості води за останні десятиріччя вказує на систематичне зростання норм, що пов'язане з постійним збільшенням кількості речовин, що забруднюють воду та сучасними аналітичними можливостями ідентифікації та визначення впливу цих забруднень на здоров'я людини [20]. За характером впливу хімічних елементів на організм людини вирізняють есенціальні, умовно есенціальні, токсичні та потенційно токсичні хімічні елементи. До есенціальних належать життєво необхідні елементи, без яких організм не може ні зростати, ні функціонувати, а при недостатньому його надходженні розвиваються хвороби [8]. Фтор відноситься до умовно есенціальних хімічних елементів. Умовно есенціальними є такі елементи, дефіцит чи надлишок яких у добовому раціоні спричиняє негативні зміни у стані здоров'я.

Питна вода є одним з основних джерел надходження фтору в організм людини, недостатній вміст якого у воді (нижче 0,6 мг/л) викликає карієс зубів, а зайвий (більше 1,5 мг/л) – може бути причиною ендемічного флюорозу зубів і кісткового скелету [20]. Вмісту фтору в питних водах та його вплив на стоматологічне здоров'я населення представлені в таблиці 6.

Як видно з табл. 6, фтор володіє дуже вузьким діапазоном фізіологічних норм, що робить проблему гігієнічного нормування фтору у питній воді дуже гострою і актуальною. Так, легкі форми флюорозу можуть спостерігатися в 20% випадках при вживанні води з вмістом фтору 1,5 мг/л. Захворюваність населення на карієс підвищується при вживанні води з вмістом фтору 0,7 мг/л і нижче.

Певна кількість фтору поступає в організм людини не лише з питною водою, а і з продуктами харчування рослинного та тваринного походження. Вміст фтору в харчових продуктах різного походження переважно незначний. Так, зернові культури, які вирощуються на чорноземних полях України, пересічно містять  $\leq 1$  мг/кг фтору, а картопля – тільки від 0,1 до 0,4 мг/кг. В молоці, м'ясі, річковій рибі та в різних овочах вміст фтору становить пересічно від 0,1 до 1 мг/кг (за оптимальної концентрації фтору в питній воді). Цьому багато як сприяє сучасна технологія очищення води на водопостачальних станціях.

Високі концентрації фтору зафіксовані в листі окремих сортів чаю, а також у продуктах морського походження: рибі, молюсках, водоростях [7, 30]. Тому в цілому, крайньою мірою, в степовій зоні нашої країни, харчові продукти та вода містять фтор в тій кількості, що рекомендується ВОЗ.

Таблиця 6

**Вміст фтору в питних водах та їх класифікація за показником небезпеки та наслідками впливу [6]**

Клас небезпеки	F, мг/л	Наслідки впливу на організм людини
Дуже низька концентрація	до 0,3	Концентрація при якій захворюваність населення карієсом зубів в 3-4 рази більша, ніж при оптимальній концентрації фтору; у дітей спостерігається затримка окостеніння і дефекти мінералізації кісток. Плямистість емалі зубів першого ступеня може спостерігатися у 1-3% населення.
Низька концентрація	0,3-0,7	Карієс першого ступеня у 3-5% населення.
Оптимальна концентрація	0,7-1,1	Захворюваність карієсом близька до мінімальної.
Підвищена, але ще допустима концентрація	1,1 – 1,5	Флюороз у 20% людей.
Вище гранично допустимої концентрації	1,5 – 2	Флюороз у 30% населення.
Висока концентрація	2-6	До 80% населення страждає флюорозом в ендемічному районі.
Дуже висока концентрація	6-15	До 80-100% населення уражено флюорозом з переважанням важких форм. У дітей часто спостерігаються порушення в розвитку і мінералізації кісток, у дорослих – остеосклероз кісток.

При цьому все ж основними джерелами надходження фтору в організм людини є питна вода та продукти харчування. Сучасні дослідження щодо визначень Всесвітньої організації охорони здоров'я про допустиму щоденну дозу надходження фтору в організм людини (8 мг) вважаються застарілими, оскільки були випадки отруєння людей при надходженні в організм фтору в кількостях, нижчих від безпечних рівнів [5]. Особливо небезпечні підвищені концентрації фтору для людей з послабленим здоров'ям; неоптимальним харчуванням (особливо за нестачі кальцію і магнію). Вони чіпають тих, хто проживає в околицях промислових підприємств, працює на підприємствах, а також проживає в районах ендемічного захворювання щитовидної залози, мають дефекти нирок, печінки.

Добовий раціон людини повинний містити 0,8-1,1 мг/кг фтору без урахування води. Сьогодні надходження фтористих сполук в організм людини (у віці 20-40 років) тільки з зерновими культурами складає 1,5-1,9 мг/кг без урахування води й інших продуктів харчування [7]. Тому велике значення має профілактика проти фторного ушкодження людини.

## Висновки

1. Збільшені масштаби забруднення об'єктів природного середовища фтором спричинили розбіжність серед учених щодо того, які рівні вмісту фтору в навколишньому середовищі варто вважати екологічно безпечними. Піддається сумніву правильність існуючих гранично допустимих концентрацій в документах ВОЗ, тому що вони не гарантують відсутності негативних наслідків, у тім числі появи флюорозу у тварин, загибелі природної рослинності, захворювань людей.

2. Для усунення шкідливих наслідків, пов'язаних із забрудненням об'єктів природного середовища фторидами, необхідно ввести норму на їх вміст: окремо у промислових викидах, добривах, фуражі та сільськогосподарських продуктах, а також уточнити нормативи для води, повітря і ґрунту.

3. Механізми міграції фторидів через різноманіття можливих сполук мало вивчені, складні і залежать як від властивостей середовища, так і від складу випадань. З огляду на масштаби забруднення об'єктів природного середовища фтором, його міграції в суміжні середовища через ланцюги живлення і надзвичайно високу біологічну активність, особливу увагу варто приділяти:

- контролю за вмістом фторидів у районах промислового забруднення;
- агрохімічному контролю за вмістом фторидів у ґрунті і рослинах унаслідок використання фосфорних добрив;
- вивченню поведінки фторидів у природних об'єктах навколишнього середовища, в тім числі його міграції в суміжні середовища;
- екологічним наслідкам, зумовленим забрудненням повітря, ґрунту, водних об'єктів, рослин.

4. Незважаючи на значну кількість робіт по вивченню впливу фтору на здоров'я населення, не всі дослідники прийшли до однозначних висновків щодо його мінімального та оптимального вмісту в різних компонентах природного середовища. Такий стан проблеми можна пояснити відсутністю комплексного вивчення вмісту фтору та інших токсичних сполук в навколишньому середовищі та їх спільному впливу на здоров'я населення.

5. Доцільним є проведення систематичного фторидного моніторингу в природних компонентах з метою запобігання захворюваності населення.

## Список використаної літератури

1. Балюк С.А. Класифікаційні проблеми зрошуваних ґрунтів України. /С.А. Балюк, О.А. Носоненко, В.Я. Ладних // Вісник ХНАУ. Ґрунтознавство.– 2008. – №1.– С. 41-55.
2. Балюк С.А Принципы экологического нормирования допустимой антропогенной нагрузки на почвенный покров Украины / С.А. Балюк, Н.Н. Мирошниченко, А.И. Фатеев // Почвоведение. – 2008. – № 12. – С. 1501-1509.
3. Беляев М.П. Справочник предельно допустимых концентраций вредных веществ в пищевых продуктах и среде обитания / М.П. Беляев. – М.: Госсанэпиднадзор, 1993. – 66 с.
4. Беспямятнов Г.П. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде / Г.П. Беспямятнов, Ю.А. Кротов. – Л.: Химия, 1985. – 528 с.

5. *Вредные химические вещества*. Неорганические соединения V-VIII групп: Справ. изд. (А.Л. Бандман, Н.В. Волкова, Т.Д. Грехова и др.). – Л.: Химия, 1989. – 592 с.
6. *Вода и здоровье* – 2002: Сб. научн. ст./ Одесск. гос. центр науч.–техн. и эконом. информации; отв. ред.: К.Д. Бабов, Б.М. Кац. – Одесса, 2002. – 203 с.
7. *Габович Р.Д.* Содержание фтора в пищевых продуктах / Р.Д. Габович // Гигиена и санитария. – 1951. – № 6. – С. 31-36.
8. *Гребняк М.П.* Забруднення ґрунту хімічними елементами: фактори ризику, негативний вплив на здоров'я / М. П. Гребняк, В. П., О. Б. Єрмаченко, Л. В. Павлович // Довкілля та здоров'я. – 2007. – № 3(42). – С. 22-28.
9. *Гончарук Е.И.* Гигиеническое нормирование химических веществ в почве: Руководство / Е.И. Гончарук, Г.И. Сидоренко. – М.: Медицина, 1986. – 320 с.
10. *ГОСТ 2874-82.* Вода питьевая. М.: Изд-во стандартов, 1984. -12 с.
11. *ГОСТ 17.4.1.02.-83.* Охрана природы. Почвы. Классификация загрязняющих веществ для контроля загрязнения. М.: Изд-во стандартов, 1985. -5 с.
12. *ГОСТ 17.4.1.02.-83.* Охрана природы. Почвы. Общие требования и классификация почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ. М.: Изд-во стандартов, 1987. -18 с.
13. *ГОСТ 17.4.3.05.-86.* Требования к сточным водам и их осадкам для орошения и удобрений. М.: Изд-во стандартов, 1986. -26 с.
14. *Экологическое нормирование и управление качеством почв и земель / Под общ. ред. С.А. Шобы, А.С. Яковлева, Н.Г. Рыбальского, – И.: НИИ Природа, 2013. – 310 с.*
15. *Ильин В.Б.* О надежности гигиенических нормативов содержания тяжелых металлов в почве / В.Б. Ильин // Агрохимия, 1992. – № 12. – С. 78-85.
16. *Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве. – М., 1982. – 57 с.*
17. *Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель. – М., 1996. – 47 с.*
18. *Ковда В.А.* Биогеохимия почвенного покрова / В.А. Ковда. – М.: Наука, – 1985. – 263с.
19. *Кочуров Б.И.* Предельно допустимые концентрации веществ и использование земельных ресурсов / Б.И. Кочуров //Перспективы рационального использования природных ресурсов. М., 1980. – 112 с.
20. *Нейко С. М.* Медико-геологічний аналіз стану довкілля як інструмент оцінки та контролю здоров'я населення / С. М. Нейко, Г. І. Рудько, Н. І. Смоляр. – Л.-Ф.: Екор, 2001. – 350 с.
21. *Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. СанПиН №4630-88.* Издание официальное. М, 1988. – 69с.
22. *Санитарные нормы допустимых концентраций токсичных веществ в почве. СанПиН 42-126-4433-87.* Методы определения загрязняющих веществ в почве. Издание официальное. М, 1987. – 64с.
23. *Сергиенко Л.И.* Гигиеническое регламентирование валового и усвояемого фтора в почве / Л.И. Сергиенко // Гигиена и санитария. – 1985. – №11. – С. 78-79.
24. *Снакин В. В.* Экологическая оценка устойчивости почв к антропогенному воздействию / В.В. Снакин, И. О. Алябина, П.П. Кречетов // Изв. РАН. Сер. геогр. -1995.– №5.– С. 50-57.
25. *Соколов О.А.* О возможности использования критерия ПДК как оценочного показателя качества продукции / О.А. Соколов, В.А. Черников // Агрохимия. – 2001. -№5. – С. 87-94.
26. *Степанюк В.В.* К оценке критических нагрузок техногенных микроэлементов на растения / В.В. Степанюк, С.П. Голенецкий, С.Г. Малахов // Агрохимия, № 10, 1986. – С. 97-99.
27. *Тригуб В.І.* Фтор у чорноземах південного заходу України: Монографія / В.І. Тригуб, С.П. Позняк. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 148 с.
28. *Циприян В. И.* Научное обоснование допустимого содержания фтора в пищевом рационе / В.И. Циприян, Н.Т. Музычук // Довкілля та здоров'я. – 1998. – №3 (6). – С. 46-47.
29. *Чернова О.В.* Допустимые и фоновые концентрации загрязняющих веществ в экологическом нормировании (тяжелые металлы и другие химические элементы) / О.В. Чернова, О.В. Бекецкая // Почвоведение. – 2011. – № 9. – С. 1102-1113.
30. *Фтор и фториды.* Гигиенические критерии состояния окружающей среды. – М.: Медицина. – 1989. – 114 с.
31. *Яковлев А. С.* Оценка и нормирование экологического состояния почв в зоне деятельности предприятий металлургической компании «Норильский никель» / А.С. Яковлев, И.О. Плеханова, С.В. Кудряшов, Р.А. Аймалетдинов // Почвоведение. – 2008. – № 6. – С. 737-750.

## References

- [1] Balyuk S.A., Nosonenko O.A., Ladnih V.Ya. 2008. Klasifikacijni problemi zroshuvanih gruntiv Ukraini. Visnik HNAU. Gruntoznavstvo. (1): 41-55.
- [2] Balyuk S.A., Miroshnichenko N.N., Fateev A.I. 2008. Principy ekologicheskogo normirovaniya dopustimoy antropogennoj nagruzki na pochvennyj pokrov Ukrainy. Pochvovedenie. (12): 1501-1509.
- [3] Belyaev M.P. 1993. Spravochnik predelno dopustimyh koncentracij vrednyh veschestv v pischevyh produktah i srede obitaniya. M.: Gossanepidnadzor.
- [4] Bespamyatnov G.P. Krotov Yu.A. 1985. Predelno dopustimye koncentracii himicheskikh veschestv v okruzhayushej srede. L.: Himiya.
- [5] A.L. Bandman, N.V. Volkova, T.D. Grehova i dr. 1989. Vrednye himicheskie veschestva. Neorganicheskie soedineniya V-VIII grupp: Sprav. izd. L.: Himiya.
- [6] Voda i zdorove – 2002: Sb.nauchn. st. 2002., otv.red. K.D. Babov, B.M. Kac. Odessa: Odessk.gos.cent. nauch.-tehn. i ekonom. informacii.
- [7] Gabovich R.D. 1951. Soderzhanie flora v pischevyh produktah. Gigiena i sanitariya. (6): 31-36.
- [8] Grebnyak M. P., Grebnyak V. P., Ermachenko O. B., Pavlovich L. V. 2007. Zabrudnennyya rruntu himichnimi elementami: faktori riziku, negativnij vpliv na zdorovya. Dovkillya ta zdorovya. 3 (42): 22-28.
- [9] Goncharuk E.I., Sidorenko G.I. 1986. **Gigienicheskoe normirovanie himicheskikh veschestv v pochve: Rukovodstvo.** M.: Medicina.
- [10] GOST 2874-82. 1984. Voda pitevaya. M.: Izd-vo standartov.
- [11] GOST 17.4.1.02.-83. 1985. Ohrana prirody. Pochvy. Klassifikaciya zagryaznyayuschih veschestv dlya kontrolya zagryazneniya. M.: Izd-vo standartov.
- [12] GOST 17.4.1.02.-83. 1987. Ohrana prirody. Pochvy. Obschie trebovaniya i klassifikaciya pochv po vliyanii na nih himicheskikh zagryaznyayuschih veschestv. M.: Izd-vo standartov.
- [13] GOST 17.4.3.05.-86. 1986. Trebovaniya k stochnym vodam i ih osadkam dlya orosheniya i udobrenij. M.: Izd-vo standartov.
- [14] Ekologicheskoe normirovanie i upravlenie kachestvom pochv i zemel, pod obsch. red. S.A. Shoby, A.S. Yakovleva, N.G. Rybalskogo, 2013. I.: NIA Priroda.
- [15] Ilin V.B. 1992. **O nadezhnosti gigienicheskikh normativov sodержaniya tyazhelykh metallov v pochve. Agrohimiya.** (12): 78-85.
- [16] Metodicheskie rekomendacii po gigienicheskomu obosnovaniyu PDK himicheskikh veschestv v pochve. 1982. M.
- [17] Metodicheskie rekomendacii po vyyavleniyu degradirovannyh i zagryaznyayuschih zemel. 1996. M.
- [18] Kovda V.A. 1985. Biogeohimiya pochvennogo pokrova. M.: Nauka.
- [19] Kochurov B.I. 1980. **Predelno dopustimye koncentracii veschestv i ispolzovanie zemelnykh resursov. Perspektivy racionalnogo ispolzovaniya prirodnykh resursov.** M.
- [20] Nejko E. M., Rudko G. I., Smolyar N. I. 2001. Mediko-geologichnij analiz stanu dovkilliya yak instrument ocinki ta kontrolyu zdorovya naselennya. L.-F.: Ekor.
- [21] Sanitarnye pravila i normy ohrany poverhnostnyh vod ot zagryazneniya. SanPiN №4630-88. Izdanie oficialnoe. 1988. M.
- [22] Sanitarnye normy dopustimyh koncentracij toksichnyh veschestv v pochve. SanPiN 42-126-4433-87. Metody opredeleniya zagryaznyayuschih veschestv v pochve. Izdanie oficialnoe. 1987. M.
- [23] Sergienko L.I. 1985. Gigienicheskoe reglamentirovanie valovogo i usvoyaemogo flora v pochve. Gigiena i sanitariya. (11): 78-79.
- [24] Snakin V.V., Alyabina I. O., Krechetov P.P. 1995. Ekologicheskaya ocenka ustojchivosti pochv k antropogennomu vozdejstviyu. Izv. RAN. Ser. geogr. (5): 50-57.
- [25] Sokolov O.A., Chernikov V.A. 2001. O vozmozhnosti ispolzovaniya kriteriya PDK kak ocenochno go pokazatelya kachestva produkci. Agronomimiya. (5): 87-94.
- [26] Stepanyuk V.V., Goleneckij S.P., Malahov S.G. 1986. **K ocenke kriticheskikh nagruzok tehnogennykh mikroelementov na rasteniya Agrohimiya.** (10): 97-99.
- [27] Trigub V.I., Poznyak S.P. 2008. **Ftor u chomozemah pivdenno go zahodu Ukraini: Monografiya.** Lviv: Vydavnicij centr LNU imeni Ivana Franka.
- [28] Cipriyan V. I., Muzychuk N.T. 1998. Nauchnoe obosnovanie dopustimogo sodержaniya flora v pischevom racione. Dovkillya ta zdorovya. 3 (6): 46-47.
- [29] Chernova O.V., Becekaya O.V. 2011. **Dopustimye i fonovye koncentracii zagryaznyayuschih veschestv v ekologicheskom normirovanii (tyazhelye metally i drugie himicheskie elementy).** Pochvovedenie. (9): 1102-1113.

- [30] Ftor i floridy. Gigienicheskie kriterii sostoyaniya okruzhayushej sredy. 1989. M.: Medicina.
- [31] Yakovlev A.S., Plehanova I.O., Kudryashov S.V., Ajmaletdinov R.A. 2008. Ocenka i normirovanie ekologicheskogo sostoyaniya pochv v zone deyatel'nosti predpriyatij metallurgicheskoy kompanii Noril'skij nikel. Pochvovedenie. (6): 737-750.

Надійшла 3.03.2014 р.

**В. И. Тригуб**, канд. географ. наук, доцент  
кафедра почвоведения и географии почв,  
Одесский национальный университет имени И.И.Мечникова,  
ул. Дворянская, 2, г. Одеса-82, 65082, Украина

### **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ФТОРА В СИСТЕМЕ «ПРИРОДНАЯ СРЕДА – ЧЕЛОВЕК»**

#### **Резюме**

Рассмотрены теоретические основы экологического нормирования и подходы к установлению предельных концентраций фтора в природных объектах. Изложены критерии определения уровней допустимых концентраций микроэлемента в атмосферном воздухе, почве, природных (в том числе и питьевых) водах и его влияние на здоровье населения. Результаты анализа литературных источников и собственных исследований подтверждают наличие связи между содержанием фтора в компонентах природной среды и здоровьем населения. Для сохранения качества окружающей среды и здоровья населения необходимо строгое нормирование поступлений соединений фтора в биосферу.

**Ключевые слова:** фтор, предельно допустимые концентрации, природная среда, человек

**V.I. Trigub**, candidate of geographical sciences  
Odessa I.I.Mechnikov National University,  
Department of Soil science and Geography of soils,  
Dvorianskaya St., 2, Odessa-82, 65082, Ukraine

### **ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL REGULATION OF MAXIMUM PERMISSIBLE CONCENTRATIONS OF FLUORINE IN SYSTEM «ENVIRONMENT – HUMAN»**

#### **Abstract**

The theoretical foundations of environmental regulation and approaches to maximum permissible concentrations of fluorine in natural objects are considered. The article presents the criteria for determining levels of permissible concentrations of microelement in air, soil, natural (including drinking) waters and its impact on public health. The analysis of the literature and own studies confirm the link between fluorine content in the components of the environment and public health. To maintain the quality of the environment and human health must be strictly regulating revenue of fluorine compounds in the biosphere.

**Keywords:** fluorine, maximum permissible concentrations, environment, human.