



**Четверта міжнародна науково-практична конференція
"Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування"
6-10 листопада 2017 року**



УДК 504.4.062.2

**ЗБАЛАНСОВАНІСТЬ МІНЕРАЛЬНОГО СКЛАДУ
ПІДЗЕМНИХ ПИТНИХ ВОД ЯК ФАКТОР
ВПЛИВУ НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ**

Сафранов Т.А., д.г.-м.н., проф., Одеський державний екологічний університет, Одеса, Україна, safranov@ukr.net, Грабко Н.В., Одеський державний екологічний університет, Одеса, Україна, grabkonatalyavikt@gmail.com

Анотація. Гігієнічну оцінку безпечності та якості питних підземних вод проводять за показниками епідемічної безпеки, санітарно-хімічними та радіаційними показниками, а також за оптимальним вмістом мінеральних речовин. В даній статті дана оцінка можливого впливу мінеральної складової питних підземних вод на здоров'я населення Одеси. Значення майже всіх показників, що визначають збалансованість мінерального складу, відхиляються від оптимального діапазону значень у підземних водах. Довгострокове споживання питних підземних вод з порушенням вмісту необхідних мінеральних компонентів може бути одним з негативних факторів впливу на здоров'я населення.

Ключові слова: підземні води, мінеральні речовини, оптимальний вміст, баланс складу води, громадське здоров'я.



BALANCED MINERAL COMPOSITION OF DRINKING GROUNDWATER AS AN INFLUENCE ON THE PUBLIC HEALTH

Safranov T.A., Odessa State Environmental University, Odessa, Ukraine, safranov@ukr.net,
Grabko N.V., Odessa State Environmental University, Odessa, Ukraine,
grabkonatalyavikt@gmail.com

Abstract: The hygienic aspect of drinking groundwater safety and quality can be defined by the indices of epidemic safety, sanitary, chemical and radiation indices, as well as the optimal content of mineral substances. The paper in question provides assessment of the possible influence of drinking groundwater mineral composition on the public health Odessa. The values of almost all indices defining the balanced mineral composition deviate from optimal value range in the ground water. Long-term consumption of drinking groundwater with an imbalance of essential mineral components can be one of the negative impact factors for the on public health.

Key words: groundwater, mineral substances, optimal content, balance of water composition, public health.

Вступ. Мінеральний склад питних вод є не тільки показником їх якості, але й важливим чинником формування здоров'я населення, оскільки, як надлишок, так і дефіцит біологічно (фізіологічно) значущих хімічних елементів провокує специфічні захворювання людини – мікроелементози, тобто захворювання (симптоми), що зумовлені недостатністю, надлишком або дисбалансом мікроелементів в організмі [1]. У даний час особливої уваги набуває вивчення ендемічних захворювань, які викликані мікроелементами, пов'язаними з природними та техногенними геохімічними факторами, а також визначення їх ролі у патології людини [2, 3]. Біологічно (фізіологічно) значущі хімічні елементи поділяються на: «структурні» (C, O, H, N, Ca, Mg, Na, K, S, P, F, Cl), які на 99% формують елементний склад організму; есенціальні (Fe, I, Cu, Zn, Co, Cr, Mo, Ni, V, Se, Mn, As, F, Si, Li); умовно есенціальні; елементи, роль яких мало вивчена або невідома [1]. Згідно сучасних уявлень, низка мікроелементів (Fe, Cu, Zn, Mn, Cr, Se, Mo, Co, I) є абсолютно необхідною (есенціальною) для організму людини, оптимального стану її здоров'я; вони входять до складу загальної регуляторної системи організму та підтримують його гомеостаз. Есенціальні хімічні елементи потрапляють в організм людини в складі продуктів харчування і питної води. В деяких країнах, наприклад, Росії, запропоновані норми фізіологічних потреб в енергії і харчових речовинах для різних груп населення [4], які можна використати для оцінки якості питної води з певними припущеннями. До них належать визначені макроелементи (Ca, P, Mg, K, Na) та мікроелементи (Fe, Zn, I, Cu, Mn, Se, Cr, Mo, F). Встановлені також і рівні фізіологічної потреби цих есенціальних хімічних елементів для дорослих (чоловіків, жінок) та дітей у мг/добу, але немає відомостей щодо тієї частки, яка потрапляє в організм людини з питною водою. За літературними даними внесок мікроелементів в організм людини за рахунок питної води складає від 2-4 до 20-25 % (за даними ВООЗ – 6-8%). Відомо, що з питною водою людина може отримати до 20 % добової дози кальцію, до 25 % – магнію, до 50-80 % – фтору, до 50 % – йоду тощо [5].

Оскільки, як зазначено вище, збалансованість мінерального складу підземних питних вод є не тільки показником якості питних вод, але й важливим фактором формування здоров'я населення, тому дослідження регіональних особливостей питного водопостачання та з'ясування ролі водного чинника при формуванні захворюваності населення є актуальною задачею.

Метою дослідження є оцінка рівня збалансованості (оптимальності) мінерального складу питних підземних вод (ППВ), як можливого фактору впливу на здоров'я населення Одеси.

Методи дослідження. В Україні гігієнічну оцінку безпечності та якості питної води проводять за показниками епідемічної безпеки (мікробіологічні, паразитологічні), санітарно-хімічними (органолептичні, фізико-хімічні, санітарно-токсикологічні) та радіаційними показниками. Показники фізіологічної повноцінності мінерального складу (ФПМС) питної води визначають адекватність її мінерального складу біологічним (фізіологічним) потребам організму. Засновані вони на доцільності цілого ряду біогенних елементів бути наявними не тільки в максимально допустимих концентраціях, а й мати мінімально необхідні рівні їх вмісту у воді. Нормативні значення визначені лише для таких 9 показників ФПМС питної води: загальна жорсткість, загальна лужність, йод, калій, кальцій, магній, натрій, сухий залишок, фториди [6]. У новому ДСТУ 7525:2014 [7], який набув чинності з 01.02.2015 р., визначення показників ФПМС у воді централізованого водопостачання не передбачено, а рекомендовано контролювати ці показники лише для води нецентралізованого



**Четверта міжнародна науково-практична конференція
"Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування"
6-10 листопада 2017 року**

водопостачання (нефасованої, фасованої). Замість показників ФПМС у [6] використовується поняття «хімічні показники якості, що впливають на органолептичні властивості» [7].

Оцінка рівня збалансованості мінерального складу ППВ базується на дослідженнях бюветних комплексів (БК) на території м. Одеса. Результати хімічних аналізів води із свердловин порівнювалися з оптимальними значеннями показників ФПМС, з санітарно-хімічними показниками безпеки та якості питної води [6, 7]. Таким чином, визначались значення відповідних показників, які вище (↑) або нижче (↓) за нормативні значення.

Результати дослідження. Основним джерелом централізованого водопостачання м. Одеса та прилеглих районів є вода річки Дністер, а альтернативним джерелом водопостачання Одеської ПМА є пластові підземні води (ПВ) верхньосарматського ВГ, який залягає на глибинах приблизно 120-130 м. Підземні води після очищення надаються споживачам через 15 БК. Щоденно, близько 50 тис. мешканців Одеси, споживають понад 20 м³ води із БК. В БК м. Одеса застосовується технологія підготовки ПВ, яка складається із таких стадій очищення: 1) механіко-каталітичне фільтрування (окиснення Fe^{2+} , Mn^{2+} , H_2S , видалення дрібнодисперсних завислих речовин); 2) зворотно-осмотичне опріснення частини об'єму води (видалення Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- та мікроорганізмів); 3) змішування води, що пройшла зворотно-осмотичне очищення, з водою, яка пройшла механічне фільтрування у певному співвідношенні для доведення загальної жорсткості, сухого залишку, концентрації Na^+ , SO_4^{2-} та Cl^- до гігієнічних нормативів; 4) озонування води, яка збалансована за мінеральним складом, аби забезпечити мікробіологічну якість води, дезодорацію, окиснення органічних і неорганічних речовин, дегазацію води та насичення її O_2 ; 5) адсорбційне очищення озонованої води на фільтрах з активованим вугіллям, в результаті чого виділяються O_3 , окиснені органічні та деякі неорганічні сполуки; 6) вторинне озонування води перед подачею споживачам [8].

Графіки середньомісячних значень показників ФПМС питних вод з БК Одеси, що були побудовані за даними досліджень 2006-2007 рр., показують більш складний характер розподілу в порівнянні з аналогічними графіками для водопровідної води [9, 10]. Можливо, що характер розподілу значень показників ФПМС питних ПВ багато в чому залежить від складових масиву інформації, тобто від даних по конкретному показнику з різних БК. При цьому необхідно враховувати природну гідродинамічну і гідрогеохімічну зональність ПВ, режимні умови та інші фактори. У зв'язку із цим інтерес представляють дані про середньорічні значення деяких показників ФПМС підземних вод із БК Одеси до та після очищення [8]. Значення деяких показників (жорсткість, лужність) у 2015 р. в окремих БК (2, 4, 13, 14) істотно не відрізняються від середніх значень, наведених у роботі [8]. Сезонні коливання характерні для значень таких показників ПВ, як загальна жорсткість, концентрація Ca^{2+} (довірча ймовірність α становить 70 – 50 % і менше), а найбільш постійні значення відзначені для лужності і концентрації Na^+ (довірча ймовірність α становить 90 % і більше). Ступень очищення ПВ звичайно коливається у межах 19,5 - 76,2 % (залежно від якості вихідної води), виключення складають ПВ з БК-11, де ступінь очищення - 96,8 - 99,2 %, тобто солонувата ПВ повністю опріснена [8].

Для оцінки ролі мінерального складу питних ППВ Одеси у формуванні здоров'я населення був здійснений аналіз показників захворюваності населення. Були досліджені поширеність захворювань – загальна кількість зареєстрованих хворих на певний клас захворювань або нозологічну форму захворювання у перерахунку на 100 тис. всього населення, а також захворюваність – загальна кількість уперше захворілих у цьому році (також у перерахунку на 100 тис. всього населення). Дослідженню підлягали ті класи захворювань, виникнення яких в літературних джерелах пов'язують саме із особливостями мінерального складу питних вод (у першу чергу, із недостатнім вмістом Ca^{2+} і Mg^{2+}). Наслідками неадекватного споживання кальцію вважають хвороби ендокринної системи (остеопороз, підвищений ризик переломів у дітей), сечо-статевої системи (камні нирок), новоутворення (рак товстого кишечника, прямої кишки, шлунку), хвороби системи кровообігу (гіпертензія, інсульт, хвороби коронарних артерій, хвороби ендокринної системи (резистентність до інсуліну й ожиріння). Із низькими рівнями магнію пов'язують такі прояви хвороб системи кровообігу як дисфункція ендотелію і збільшена реакція судин, хвороби ендокринної системи – знижена чутливість до інсуліну, новоутворення – рак шлунку, підшлункової залози, прямої кишки, грудей. Низький вміст магнію спостерігають під час гіпертензії, коронарної хвороби серця (хвороби системи кровообігу), а також цукровому діабеті типу 2 й метаболічному синдромі (хвороби ендокринної системи [11, 12].



**Четверта міжнародна науково-практична конференція
"Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування"
6-10 листопада 2017 року**

Оскільки відкриття БК здійснювалося на початку 2000 років (переважно 2002-2003 роки), то доцільно було дослідити показники захворюваності населення за два часові періоди – за 1998-2002 роки (період до початку користування населення ППВ, який характеризує ситуацію із здоров'ям до початку споживання питної води з кюветів), а також за період 2008-2012 років (період, який представляє показники захворюваності населення м. Одеси, коли використання ППВ населенням тривало вже близько п'яти років). Також для порівняльного аналізу були використані відповідні значення показників захворюваності населення по Україні за період 2008-2012 років.

Далі представлені графіки динаміки показників поширеності і захворюваності на окремі класи хвороб серед населення Одеси і України за досліджувані періоди 1998-2002 років і 2008-2012 років.

На рис. 1 показано динаміку поширеності і захворюваності для усіх захворювань.

Можна побачити, що десятирічний період в м. Одеса відбулося помітне збільшення як поширеності, так і захворюваності. Це стосується не тільки усіх захворювань, але і тих класів (а також окремих нозологічних форм), динаміка яких може бути пов'язана (окрім інших причин і факторів) із недостатнім вмістом у питній воді кальцію і магнію. Динаміка показників поширеності та захворюваності на ці класи хвороб (і деякі нозологічні форми захворювань хвороб системи кровообігу) представлена на рис. 1-3. Також можна побачити, що для більшості захворювань у період 2008-2012 років поширеність і захворюваність в м. Одеса (або хоча б один з них) перебільшують відповідні значення у Україні.

На рис. 2 представлена динаміка такого класу як хвороби системи кровообігу і окремих нозологічних форм цього класу (гіпертонічна хвороба, гострий інфаркт міокарду, цереброваскулярні хвороби), виникнення яких найбільш часто пов'язують із недостатнім вмістом кальцію або магнію в питній воді. Як для всього класу хвороб, так і для досліджених нозологічних форм цього класу у 2008-2012 роках поширеність і захворюваність населення вища, ніж в Україні, і має переважно тенденцію до зростання, тоді як в Україні динаміка часто залишається стабільною або навіть зменшується.

Теж саме стосується хвороб ендокринної системи, хвороб системи травлення, кістково-м'язової системи і сечостатевої системи. Динаміка поширеності цих показників представлена на рис. 3.

Новизна дослідження. Дана оцінка збалансованості мінерального складу ППВ м. Одеса та здійснений аналіз показників захворюваності міського населення. Передбачається, що незважаючи на складність і багатофакторність факторів формування здоров'я міського населення, дисбаланс мінерального складу ППВ є додатковим чинником, який сприяє виникненню захворювань.



Четверта міжнародна науково-практична конференція
"Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування"
6-10 листопада 2017 року

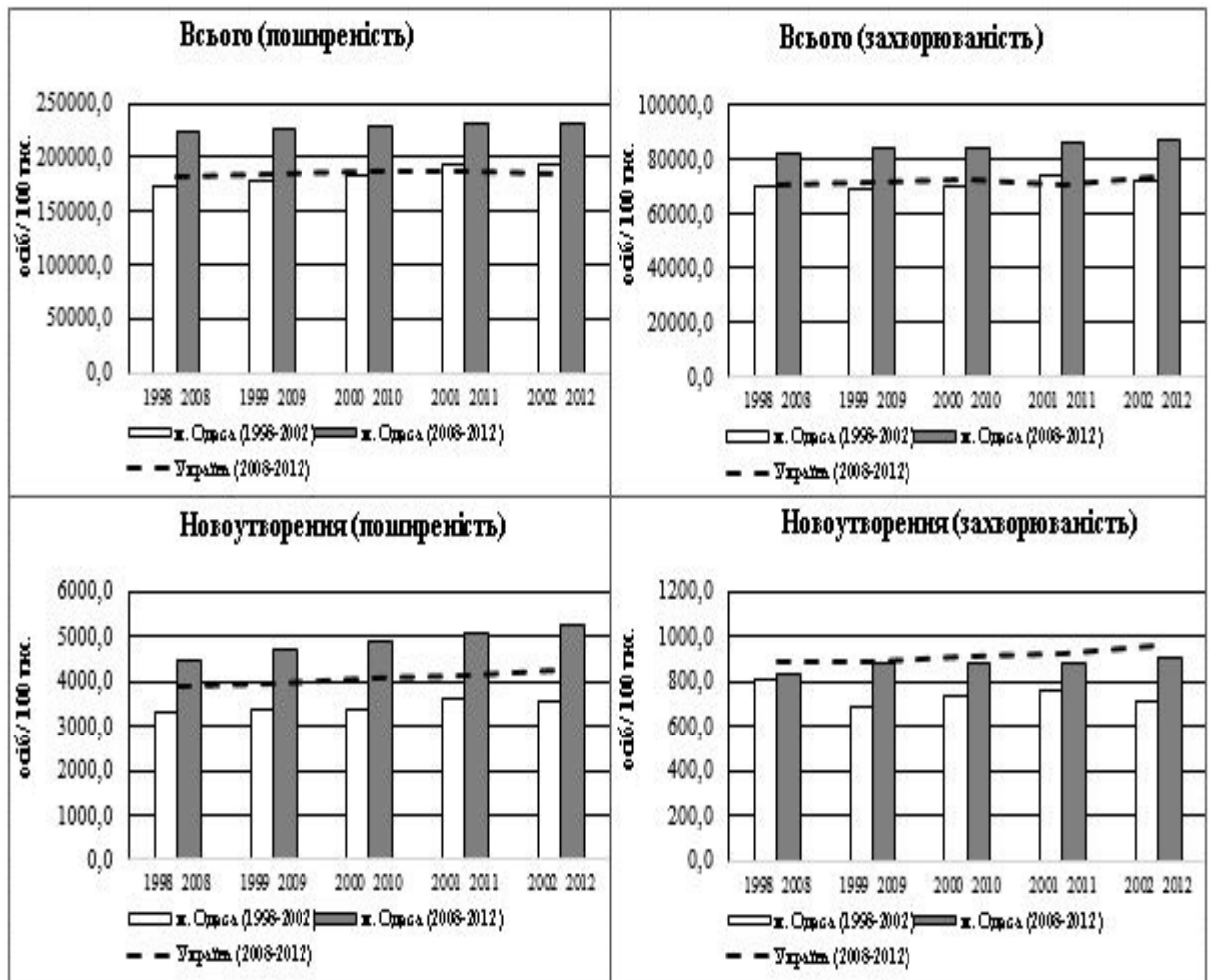


Рис. 1 – Динаміка показників поширеності та захворюваності на усі хвороби і новоутворення серед населення Одеси та України

Висновки. В результаті проведених досліджень можна дійти такі висновки:

- для питних підземних вод Одеси характерні відхилення від діапазону оптимальних значень практично для всіх визначуваних показників збалансованості складу мінеральних компонентів;
- після очищення у бюветних комплексах в питних підземних водах на 40-50% знижуються концентрації кальцію, магнію та натрію, що ще більше провокує розвиток захворювань, зумовлених дефіцитом цих есенціальних елементів;
- дефіцит фторидів у питних підземних водах вимагає обґрунтування значущості їх фторування як засобу профілактики карієсу зубів серед широких верств населення;
- довготривале споживання питних підземних вод, які характеризуються дисбалансом життєво необхідних мінеральних компонентів, може бути одним із негативних факторів впливу на здоров'я населення Одеси, а тому необхідно проведення подальших спеціальних досліджень.
- безумовно, природа виникнення хвороб усіх перерахованих класів захворювань досить складна й багатофакторна, але високі значення показників захворюваності (у порівнянні із Україною), як і несприятлива тенденція до їх зростання, вказують на те що в м. Одеса склалася досить негативна ситуація щодо захворюваності населення;
- частина населення Одеси, яка регулярно споживає воду із бюветних комплексів для питних цілей, додає до комплексу інших негативних факторів, сприяючих виникненню захворювань, ще й питну воду, якість якої не відповідає умові фізіологічної повноцінності і є досить важливим додатковим фактором, який сприятиме виникненню досліджених захворювань у мешканців.



**Четверта міжнародна науково-практична конференція
"Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування"
6-10 листопада 2017 року**

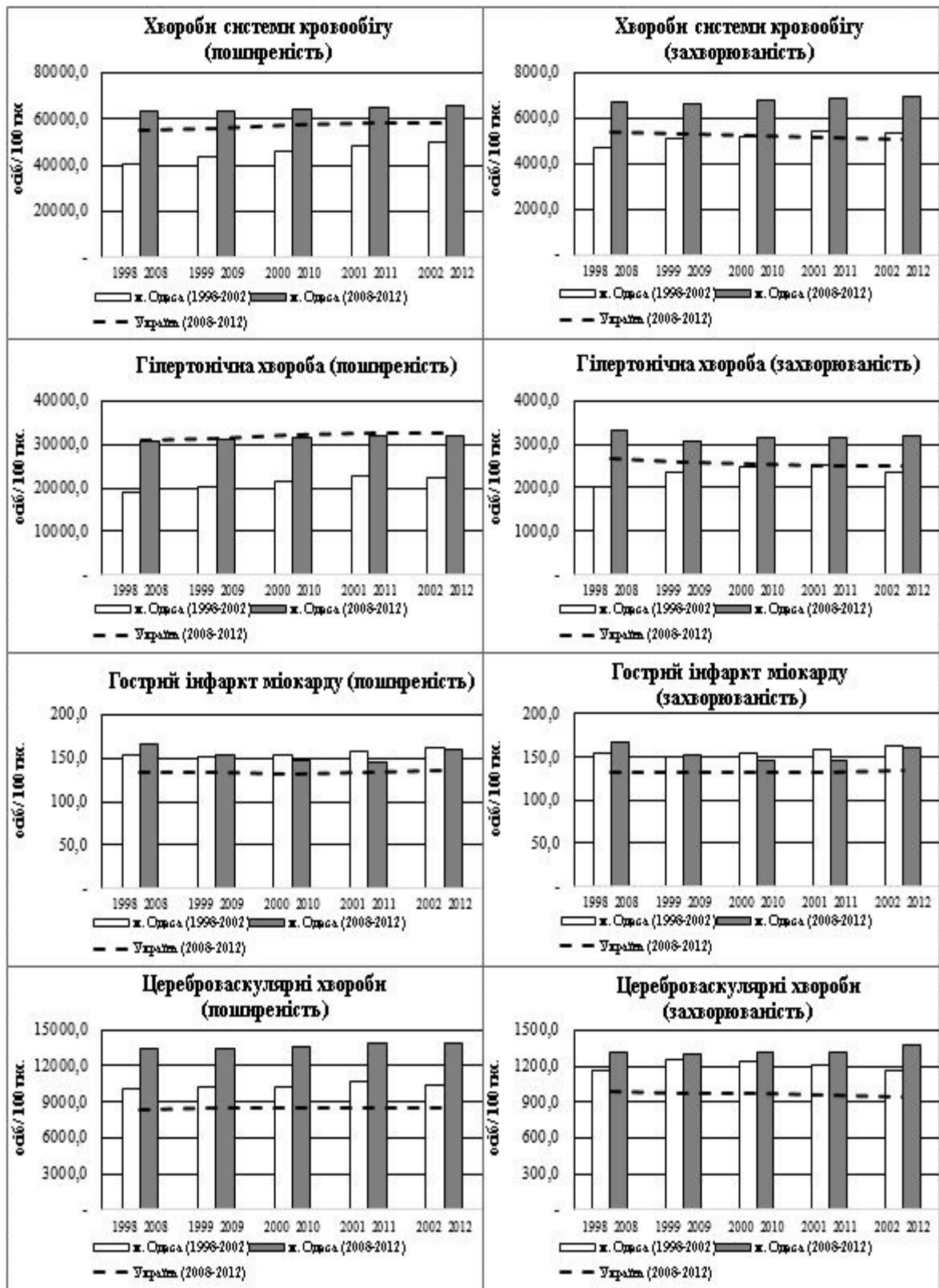


Рис. 2 – Динаміка показників поширеності та захворюваності на хвороби системи кровообігу і окремі нозологічні форми цього класу хвороб серед населення Одеси та України



**Четверта міжнародна науково-практична конференція
"Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування"
6-10 листопада 2017 року**

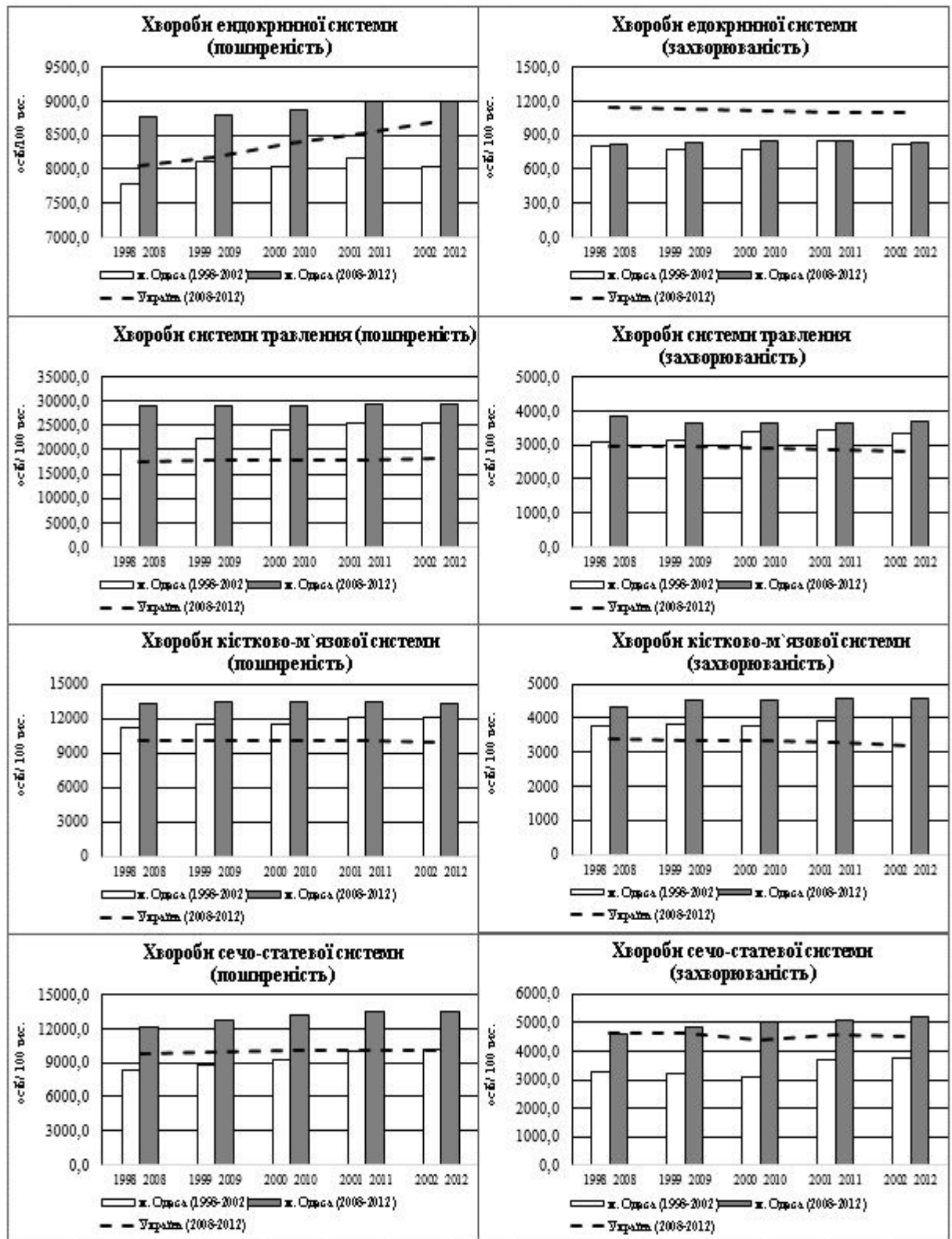


Рис. 3 – Динаміка показників поширеності та захворюваності на хвороби ендокринної системи, хвороби системи травлення, кістково-м'язової та сечостатевої системи серед населення Одеси та України



Четверта міжнародна науково-практична конференція
"Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування"
6-10 листопада 2017 року

Перелік посилань

1. Авицын А.П. Микроэлементозы человека: монография / А.П. Авицын, А.А. Жаворонков. - М.: Медицина, 1991. – 496 с.
 2. Жовинський Э.Я. Экологическая геохимия и медицина / Э.Я. Жовинский, И.В. Кураева, Н.О. Крюченко // Мінералогічний журнал. – 2004. – 26. - №2. – С. 17-24.
 3. Жовинський Е.Я. Біогеохімічне районування та питання медичної геології / Е.Я. Жовинський, І.В. Кураєва, Н.О. Крюченко та ін. // Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування. Мат. III науково-практичного конф. (4-7 листопада 2016 р., м. Трускавець). – К.: ДКЗ, 2016. – С. 381-385.
 4. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской федерации. Методические рекомендации. МР 2.3.1.2432-08. – М.: 2008.
 5. Иванов А.В. Современные представления о влиянии питьевой воды на состояние здоровья населения / А.В. Иванов, Е.А. Тафеева, Н.Х. Давлетова, К.В. Вавашкин. // Вода: химия и экология. – 2012. - №3. – С. 48-53.
 6. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДсанПіН 2.2.4-171-10). – К., 2010.
 7. ДСТУ 7525:2014. «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості». – К.: Мінекономрозвитку України, 2014. – 25 с.
 8. Петренко Н.Ф., Созінова О.К., Власюк Г.В., Опанасенко В.М. Гігієнічна оцінка комбінованого застосування мембранних та озono-сорбційних методів очищення та знезараження води, що використовуються на бюветних комплексах м. Одеси. - Причорноморський екологічний бюлетень. – 2012. - №4(46). – С. 160-170.
 9. Медико-гідрогеохімічні чинники геологічного середовища України / За ред. проф. Г.І. Рудька. - Київ – Чернівці: Букрек, 2015.- 724 с.
 10. Сафранов Т.А., Поліщук А.А., Волков А.І. та ін. Физиологическая полноценность минерального состава питьевых вод Одесской агломерации. - Вісник Одеського державного екологічного університету. - 2013. - №15. – С. 5-16.
 11. Консенсус экспертов. Доклад совещания экспертов / Общественное здравоохранение и окружающая среда / Всемирная организация здравоохранения. Женева, 2008. URL: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/Ca+Mg_consensusrep_ru.pdf
 12. Водна демінералізованої води / Нутриєнти в питтьєвій воді / Вода, санітарія, охорона здоров'я и окружающей среды/ Всемирная организация здравоохранения. Женева, 2005. URL: <http://waters.blogspot.com/search/label/Нутриенты%20в%20питьевой%20воде>
- УДК 504.4.062.2