

УДК 332:338.24

Оцінка передумов економічних утрат унаслідок низької якості питної води на основі економетричного моделювання

Мельничук І.В.

кандидат економічних наук,
доцент кафедри економіки підприємства
Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу

Побігун С.А.

кандидат економічних наук,
доцент кафедри маркетингу і контролінгу
Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу

У статті наведено умови та проблеми очистки питної води на прикладі окремих районів Івано-Франківської області. Визначено причини збільшення рівня захворюваності на ендемічний зоб. Доведено визначальний вплив вмісту йоду в питній воді та об'ємів скидання забруднених зворотних вод у природні поверхневі водні об'єкти по містах та районах. Побудовано економетричну модель та доведено можливість її застосування для оцінки можливих економічних утрат по окремих регіонах.

Ключові слова: економічні втрати, йодний дефіцит, якість питної води, забруднення, економетрична модель.

Мельничук И.В., Побигун С.А. ОЦЕНКА ПРЕДПОСЫЛОК ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ВСЛЕДСТВИЕ НИЗКОГО КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА ОСНОВЕ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В статье приведены условия и проблемы очистки питьевой воды на примере отдельных районов Ивано-Франковской области. Определены причины увеличения уровня заболеваемости на эндемический зоб. Доказано определяющее влияние содержания йода в воде и объемов сброса загрязненных сточных вод в природные поверхностные водные объекты в городах и районах. Построена эконометрическая модель и доказана возможность ее применения для оценки возможных экономических потерь по отдельным регионам.

Ключевые слова: экономические потери, йодный дефицит, качество питьевой воды, загрязнение, эконометрическая модель.

Melnychuk I.V., Pobihun S.A. ASSESSMENT OF THE PREREQUISITES OF ECONOMIC LOSSES DUE TO POOR QUALITY OF DRINKING WATER BASED ON ECONOMETRIC MODELING

The article is devoted to the conditions and problems of drinking water in some areas the example of Ivano-Frankivsk region. The reasons of increase in the incidence of endemic goiter are identified. The decisive influence iodine in drinking water and the volume of polluted wastewaters into natural surface water bodies in cities and regions are proved. An econometric model are constructed and the opportunity of its application for evaluation of possible economic loss in some regions are proved.

Keywords: economic loss, iodine deficiency, water quality, pollution, econometric model.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Забезпечення якісною водою є і серйозною економічною проблемою. Ця проблема останнім часом проявляється і загострюється в кількох аспектах: по-перше, зростають витрати на очистку води; по-друге, у населених пунктах споживається неякісна вода, наслідком чого є ріст захворюваності і, відповідно, необхідні додаткові кошти на лікування; по-третє, через неякісну воду знижуються продуктивність праці працездатного населення; по-четверте, низка високоточних галузей не можуть працювати без чистої води (виготовлення різних мікросхем в оптиці, фармацевції, медицині тощо).

Рівень якості питної води із централізованих водопровідних систем та джерел питного водопостачання в сільській місцевості є низьким, а в окремих регіонах – критичним. Причиною такої ситуації передусім є застарілі методи дезінфекції води (застосування на станціях водопідготовки хімреагентів та активного хлору), які, крім знезараження води, призводять до утворення небезпечних речовин.

Згадані проблеми на сьогодні носять системний характер і потребують комплексного дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В останні роки активізувалась робота над питанням підвищення якості питної води, яке

висвітлено в наукових працях таких науковців, як М.Д. Волошин, О.А. Крюковська, А.В. Іванченко, Ю.Ф. Шевчук, В.Г. Явкіна, М.В. Курик.

Увагу роботі підприємств водопровідно-каналізаційного господарства, контролю та моніторингу на державному рівні якості питної води, змінам до законодавства у цій сфері висвітлили Л.Ф. Долина, В.Т. Мазаєв, Т.Г. Шлепніна, В.И. Мандригін, О.І. Троянський.

Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми. Медико-соціальний підхід з урахуванням економічної сторони проблеми в згаданих працях та дослідженнях недостатньо висвітлений. Особливу увагу слід приділити дослідженням впливу окремих факторів, які зумовлюють якість питної води, на рівень захворюваності для подальшої оцінки економічних утрат унаслідок низької якості питної води.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є висвітлення основних проблем та факторів впливу на рівень захворюваності на ендемічний зоб із використанням економетричного моделювання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Зі складом питної води часто пов'язують ендемію зоба – хвороби, яка супроводжується збільшенням щитовидної залози. Тривалий час її етіологія залишалася невідомою, хоча для лікування цієї хвороби здавна успішно застосовували морські водорості та сіль. Так, за відсутності достатньої кількості йоду у воді та їжі порушуються нормальний розвиток і функції щитовидної залози, виникає ендемічний зоб. Він тісно пов'язаний із порушенням синтезу тиреоїдних гормонів, пригніченням тиреотропної функції гіпофіза і секреторної активності щитовидної залози. У важких випадках і без лікування розвивається симптомокомплекс, подібний гіпотиреозу, із відставанням у фізичному і розумовому розвитку, кретинізмом.

Низький вміст йоду у питній воді і продуктах харчування є безпосередньою причиною захворюваності населення на ендемічний зоб. Кількість йоду в місцевих харчових продуктах корелює з його кількістю у воді поверхневих і підземних джерел водопостачання. Внаслідок цього низька концентрація йоду у воді стає своєрідним індикатором його рівня в об'єктах навколишнього середовища і сигналом можливості виникнення зобної ендемії. Крім того, було доведено, що підвищена жорсткість води в ендемічних районах сприяє розвитку ендемічного зобу, оскільки погіршує всмоктування йоду в травному каналі [1].

Картограма йододефіциту розподіляє територію України на чотири зони: регіони з вираженим йододефіцитом (Волинська, Рівненська, Львівська, Тернопільська, Івано-Франківська, Закарпатська, Чернівецька, Чернігівська області), де проживає майже 15 млн. населення; регіони з частково вираженим йододефіцитом (Київська, Житомирська, Хмельницька області та АР Крим); регіони з помірним йододефіцитом (Вінницька, Черкаська, Полтавська, Сумська, Дніпропетровська, Луганська області); регіони з незначним йододефіцитом і достатньою йодозабезпеченістю (Одеська, Миколаївська, Кіровоградська, Херсонська Запорізька, Донецька, Харківська області) [3; 4].

Об'єктом наших досліджень обрано Івано-Франківську область у розрізі районів і окремих населених пунктів. Івано-Франківська область відноситься до регіону, де якість підземних вод порівняно з іншими областями є кращою. Однак справжню картину якості води можна отримати тільки за результатами лабораторних досліджень складу води. У табл. 1 наведено порівняння результатів аналізу води з водопровідної мережі м. Івано-Франківськ з вимогами ГОСТ 2874-82 і з вимогами, введеними в дію 16.07.2010 р. ДСанПіН 2.2.4-400-10 для фізіологічно повноцінної питної води. Аналіз водопровідної води був зроблений 19–20.07.2014 р. лабораторією КП «ІФВЕТП». Дані табл. 1 засвідчили, що з 22 проаналізованих показників якості води, за винятком фторидів, усі відповідають вимогам ГОСТ 2874-82, але п'ять відзначених у таблиці показників гірше нормативів ДСанПіН 2.2.4-400-10, тобто необхідно їх покращання.

Відповідно до ДСанПіН 2.2.4-400-10, досліджених 22 показників недостатньо для характеристики якості водопровідної води. Згідно з цими нормами, вода повинна оцінюватися по 93 показниках якості, що взагалі відповідає сучасним уявленням і стандартам ЄС. Для оцінки якості водопровідної води в Івано-Франківську крім 22 досліджених показників якості корисно мати інформацію щодо, наприклад, ще 18 показників, які не відображені в протоколі результатів аналізу води від 19–20.07.2014, у тому числі віруси, кишкові паразити, лямблії, амеби; смак та присмак; йод; хлор залишковий; алюміній; кремній; формальдегід; хлороформ; нафтопродукти; поверхнево-активні речовини (ПАР); бенз (а)сирен; пестициди; тригалогенметани; феноли; хлорфеноли; ціаніди; тетрахлоруглець; трихлоретилен та тетрахлоретилен;

загальний органічний вуглець. Щоб здійснити повний аналіз води, зокрема і по 93 показниках, за кредитні кошти Світового банку КП «ІФВЕТП» було придбано нову лабораторію вартістю близько 2 млн. грн. Переважна більшість указаних вище домішок потрапляють у воду в результаті антропогенного впливу на водоймища або джерела води та застоювання на станціях водопідготовки хімічних та активного хлору. Останній, окрім знезараження води, призводить до появи в неї небезпечних канцерогенних та мутагенних хлорованих домішок органічних речовин. Певна кількість домішок потрапляє безпосередньо у водопровідну воду внаслідок вторинного забруднення під час транспортування по трубах або під час зберігання води в ємностях. Встановленими причинами вторинного забруднення є біологічна нестабільність (мікробне зараження) води, хімічна нестабільність (агресивність) води, поганий стан (знос) водопровідної мережі, надходження до неї води з різних джерел водопостачання,

невелика швидкість потоку води або перерви надходження води до водопровідної мережі, дренаж води з ґрунту. Під впливом цих та інших факторів у трубах відбувається корозія з розчиненням заліза, випадінням осадів, створюються умови інтенсивного біоценозу, який супроводжується розвитком колоній бактерій. Осади та токсичні продукти метаболізму мікрофлори негативно впливають на санітарний стан води, яка транспортується, і зазвичай є чинником погіршення органолептичних властивостей і якості води централізованого водопостачання. До сказаного слід також додати погіршення якості води з часом, наприклад унаслідок: зростання каламутності водопровідної води в період паводків, недостатньої коагуляції алюмінієвих реагентів, прогресування вторинного забруднення води в трубах. Таким чином, вода з водопровідної мережі не може розглядатися як безпечна для здоров'я людини і фізіологічно повноцінна і не може рекомендуватися для пиття. Цей загальновідомий висновок є справедливим,

Таблиця 1

Порівняльна характеристика показників якості водопровідної води

Найменування показників, які досліджувалися, од. виміру	Дані аналізу води 19-20.07.2010 р.	ГОСТ 2874-82 (не більше)	ДСанПІН 2.2 4-400-10 (не більше)	Вартість одного аналізу, з ПДВ, грн.
1. Запах при 20°C/60°C, бали	1/1	2	0	10,22
3. Кольоровість, градуси	2,9	20	10	10,24
4. Каламутність, мг/л	0,58	1.5	0,5	10,2
5. Аміак, мг/л	не більше 0,05	не регламентується	0,1	11,86
6. Нітриги, мг/л	не більше 0,003	не регламентується	0,5	28,19
7. Нітрати, мг/л	2,69	45	10	29,1
8. Хлориди, мг/л	16,5	350	250	19,83
9 Сульфати, мг/л	19,8	500	250	29,08
10. Залізо загальне, мг/л	0,08	0,3	0,2	38,53
11. Жорсткість загальна, мг-екв/л	205	7	1,5-7,0	6,98
12. Кальцій, мг/л	34,6	не регламентується	25 – 75	
13. Магній, мг/л	6,3	не регламентується	10 – 50	
14. Мідь, мг/л	0,003	1.0	1,0	99,41
15. Марганець, мг/л	0.018	0.1	0,05	80,19
16. Лужність, мг-екв/л	1,73	не регламентується	0,5 – 6,5	6,98
17. Сухий залишок, мг/л	179	1000	200 – 500	50,74
18. Окислюваність, мг О ₂ /л	2,83	не регламентується	2.0	11,87
19. Фтор та фториди, мг.л	не більше 0,04	0,7-1,5	0,7-1,2	21,31
20. Водневий показник рН	7,65	6,0 – 9,0	6,5 – 8,5	2,62
21 Число бактерій, гр. coli, од.	3	3	Відсутність	98,27
22. Загальне мікробне число, од.	10	100	20	81,6

зокрема для водопровідної мережі м. Івано-Франківськ.

Івано-Франківська область належить до ендемічних районів по дефіциту йоду. Найбіднішою на йод виявилась гірська зона Прикарпаття, де вміст становить 4×10^5 – 10×10^5 . У передгірській зоні вміст йоду в ґрунті коливається від $10,1 \times 10^5$ до 40×10^5 . Водночас концентрація йоду в питній воді в гірських районах коливається від 0,22 мкг/л до 2,0 мкг/л, а в передгірських рівнинних – не перевищує 4 мкг/л. Відомо, що переважна кількість йоду в організм надходить не з водою, а з харчовими продуктами. Але оскільки вміст йоду в харчових продуктах знаходиться в такому ж відношенні до ендемічного району, як і вміст у воді місцевих ґрунтових джерел водопостачання, то мала кількість йоду у воді, як правило, свідчить про несприятливі умови, які здатні викликати зобну ендемію [2].

У населення, що проживає в йододефіцитних районах, найчастішим видимим проявом дефіциту йоду є ендемічний зоб (дифузний, вузлуватий/ багатовузлуватий, змішаний), що має різні розміри. Погіршення екологічного стану довкілля, розбалансованість добових раціонів, особливо за макро- і мікро-елементним складом, найстрашніша техногенна аварія на ЧАЕС призвели до значного зростання ЙДЗ серед населення держави. Стало зрозумілим, що за рахунок використання лише йодованої солі цю проблему повністю розв'язати неможливо [5; 6].

Медико-соціальне й економічне значення йодного дефіциту полягає у значних втратах інтелектуального, освітнього та професійного потенціалу нації. Розрахунки економічних втрат для багатьох країн унаслідок зниження продуктивності праці через йодну недостатність становлять сотні мільйонів, а то й мільярди доларів або євро. Вченими Академії медичних наук України разом із фахівцями Сполучених Штатів Америки прораховані економічні наслідки цього для України: вона втрачає щонайменше 350 млн. грн. За нашими підрахунками, за цією методикою для Івано-Франківська втрати становитимуть приблизно 2 млн. грн.

Разом із тим інвестування в програму профілактики дефіциту йоду дасть змогу зменшити витрати бюджетних коштів до 80% (280 млн. грн.). Співвідношення користі від ліквідації йододефіциту в населення у вигляді збільшення доходів від зростання економічної продуктивності до витрат на ліквідацію йододефіциту становить 38,9. Кожна гривня, вкладена у вирішення проблеми йододефіциту, дасть державі від 19 до 63 грн. прибутку [7].

На рис. 1 зображено основні групи факторів, які можуть бути причиною розвитку захворюваності ендемічного зобу [8].

Основним фактором, що зумовлює дефіцит йоду в організмі людини, є низький вміст цього мікроелемента у ґрунті, воді та продуктах харчування. Патологічний вплив йододефіциту підсилюється й додатковими чинниками – курінням, вживанням наркотиків, алкоголю,

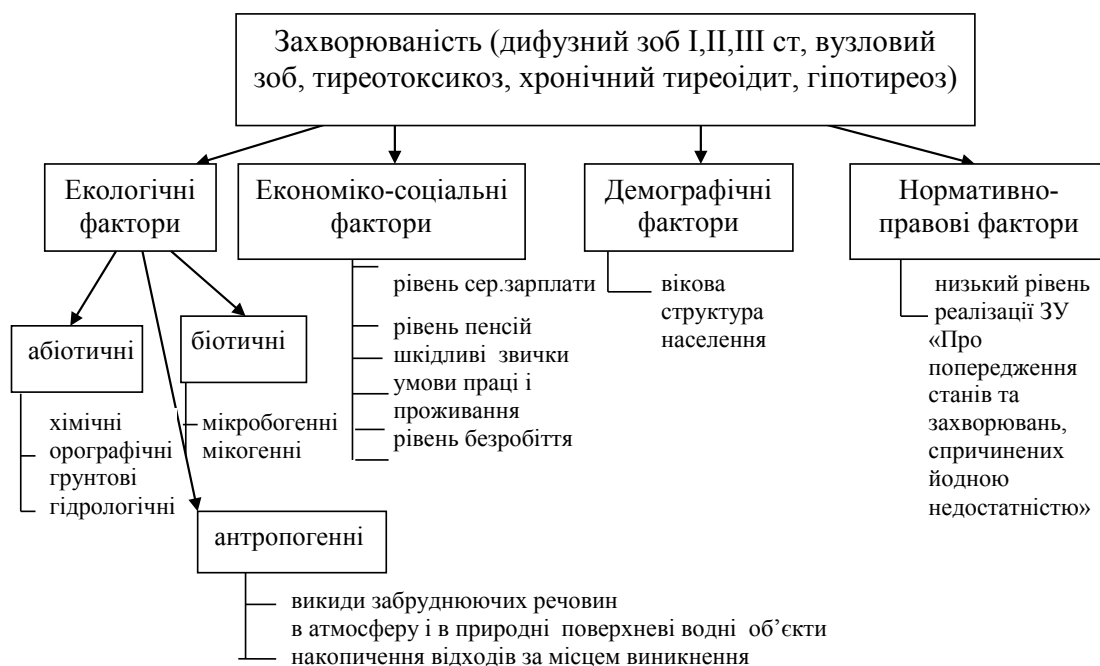


Рис. 1. Фактори, які впливають на рівень захворюваності

забрудненням навколишнього середовища зобоганими речовинами (гумінові та хлороорганічні сполуки, вугілля, сланці, нафта), браком білків у раціоні (порушується транспортування йоду у ЩЗ), недостатнім очищенням питної води (високий вміст хлороорганічних сполук і бактеріальне забруднення), застосуванням добрив, інсектицидів, пестицидів тощо. Необхідно пом'якшувати дію даних факторів або не допускати погіршення існуючого стану шляхом профілактичних заходів, які потребують також додаткових витрат.

Для визначення ступеня впливу та тісноти зв'язку окремих факторів на рівень захворюваності на дифузний зоб I ступеню використано метод кореляційно-регресійного аналізу. У результаті логічного аналізу в якості незалежних змінних відібрано показники:

Y – рівень захворюваності на 100 тис. населення, зареєстровані випадки;

X₁ – вміст йоду у воді, мкг/л;

X₂ – середньомісячна номінальна зарплата працівників, грн.;

X₃ – рівень безробіття, %;

X₄ – кількість зареєстрованих осіб не зайнятих трудовою діяльністю, ос.;

X₅ – кількість інвалідів, зареєстрованих в Пенсійному фонді, ос.;

X₆ – забезпечення населення житлом;

X₇ – кількість інвалідів на 1 000 населення, ос.;

X₈ – кількість малозабезпечених сімей, які звернулись за допомогою;

X₉ – середній розмір допомоги, грн.;

X₁₀ – скидання забруднених зворотних вод у природні поверхневі водні об'єкти по містах та районах, млн./м³;

X₁₁ – викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря;

X₁₂ – викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення;

X₁₃ – утворення відходів по містах і районах, тис. т.

Інформація для кореляційно-регресійного аналізу була відібрана на основі статистичних даних лікувальних закладів Івано-Франківської області за 2014 р. у розрізі районів області. Для проведення розрахунків використано можливості програмного забезпечення Microsoft Excel.

Для оцінки достовірності відібраної для аналізу інформації проаналізовано статистичні характеристики незалежних змінних, такі як часткові коефіцієнти кореляції, розмах варіації, стандартне відхилення.

Розраховані коефіцієнти часткової кореляції дають змогу визначити зв'язок між Y та X₁–X₁₃. Як показують значення коефіцієнта часткової кореляції, найтісніший зв'язок з Y має X₁ (вміст йоду, мкг/л) і він становить -0,764. Знак «-» говорить про його обернену пропорційність. Наступним за впливом на показник розташувався фактор X₁₀ (скидання забруднених зворотних вод у природні поверхневі водні об'єкти по містах та районах) – коефіцієнт часткової кореляції становить 0,57. Інші фактори здійснюють несуттєвий вплив на результуючий показник (значення часткового коефіцієнта кореляції коливається в межах від 0,05 до 0,27).

Отже, кінцева економетрична модель матиме такий вигляд:

$$Y = 1146,46 - 157,5X_1 + 1,88X_{10} \quad (1)$$

Для перевірки на адекватність порівняємо знайдене значення критерію Фішера, яке рівне 10,58, із табличним (взяте з таблиць за ймовірності P=0,95 та ступенях вільності 2 і 14), яке рівне 3,95. Розраховане значення є більше за табличне, отже, дана економіко-математична модель вважається адекватною.

Підсумкові статистичні показники щодо побудованої моделі наведені у табл. 2.

Відповідно до значень показників у табл. 2, можна зробити висновки, що в 73,65% випадків зміна величини захворюваності спричинена впливом показника вмісту йоду і показ-

Таблиця 2

Підсумкові статистичні показники побудованої моделі

Статистичні показники	Значення показника
Множинний коефіцієнт кореляції R	0,858244
Коефіцієнт детермінації (апроксимації) R ²	0,736584
Розрахункове значення F-критерію	10,58
Розрахункове значення t-критерію для оцінки статистичної значущості параметра b ₀ = 1146,46	9,069596489
Розрахункове значення t-критерію для оцінки статистичної значущості параметра b ₁ = -157,5	-3,1306366
Розрахункове значення t-критерію для оцінки статистичної значущості параметра b ₂ = 1,88	3,5488309

ника скидання забруднених зворотних вод. Параметри моделі відповідають 95% рівню статистичної значущості, оскільки розрахункові значення є більшими від табличного значення t-критерію, взятого для ймовірності 95% і ступеня вільності 14 ($t_{\text{табл}}(95\%,14) = 2,145$). Отже, на основі отриманих параметрів моделі можна зробити достовірні висновки:

– зі збільшенням X_1 (вміст йоду, мкг/л) на одиницю величина рівень захворюваності зменшиться на 157,5 (випадків на 100 тис. населення) за незмінних інших детермінант;

– зі зменшенням X_{10} (скидання забруднених зворотних вод у природні поверхневі водні об'єкти по містах та районах) на одиницю величина захворюваності зменшиться на 1,88 (випадків на 100 тис. населення);

– за середнього значення вмісту йоду на рівні 1,78 і значення $X_{10}=0$ можна досягнути рівня захворюваності $Y=866,11$ (випадків на 100 тис. населення).

Отже, на основі кореляційно-регресійного аналізу виявлено взаємозв'язок між резуль-тующим показником – рівнем захворюваності

на дифузійний зоб та відібраними в результаті логічного аналізу незалежних змінних вміст йоду, мкг/л і скидання забруднених зворотних вод у природні поверхневі водні об'єкти по містах та районах, млн. м³.

Висновки з цього дослідження. Отже, у результаті проведених досліджень виявлено зв'язок між окремими показниками, які визначають якість питної води, і рівнем захворюваності на дифузійний зоб. Обумовлено важливість доведення визначених показників якості питної води до нормативних і необхідність вивчення зарубіжного досвіду під час складання переліку показників для оцінки якості питної води. Класифіковано фактори, які впливають на рівень захворюваності, і відповідно до них сформовано економіко-математичну модель для визначення впливу факторів на рівень захворюваності.

У подальших дослідженнях доцільно провести детальні оцінку та аналіз безпосередньо економічних утрат від інших захворювань, які виникають унаслідок захворюваності на ендемічний зоб.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Ендемічне значення води [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mediclab.com.ua/index.php?newsid=13166>.
2. Вплив йододефіциту на розумовий і фізичний розвиток дітей гірської зони Прикарпаття / В.І. Боцюрко, Н.М. Воронич, І.Г. Бабенко [та ін.] // Буковинський медичний вісник. – 2004. – Т. 8. – № 3–4. – С. 130–133.
3. Йодная недостаточность – причина многих заболеваний настоящего и будущего поколений / Ю.В. Ермолова, Н.С. Салий, И.П. Матасар // Здоровье и питание. – 1998. – № 3–4. – С. 8–10.
4. Тимченко А.М. Сучасні особливості регіональної поширеності тиреопатології серед населення / А.М. Тимченко // Проблеми. ендокринної патології. – 2003. – № 3. – С. 36–45.
5. Организация основных мероприятий по профилактике заболеваний, обусловленных дефицитом йода / Н.Н. Филатов, Н.Ю. Свириденко, М.Б. Анциферов // Клинич. тиреолог. – 2004. – Т. 2. – № 2. – С. 18–21.
6. Эффективность йодказеина для профилактики йодного дефицита / Р.А. Разиев, А.Ф. Цыб, В.В. Шахтарин // Социально-медицинские аспекты состояния здоровья и среды обитания населения, проживающего в йододефицитных регионах России и стран СНГ: матер. Междунар. конф. – Тверь, 2003. – С. 91–95.
7. Кравченко В.І. Йододефіцит – актуальна проблема для України / В.І. Кравченко // Єженедельник 2000. – 2011. – № 36 (572) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://2000.net.ua/2000/aspekty/zdorove/75390>.
8. Мельничук І.В. Реформування житлово-комунального господарства великого міста: автореф. дис. к.е.н.: спец. 08.00.05 / І.В. Мельничук. – Черкаси, 2013.