

УДК 613.156:613.63:616-006

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2019.2.10>

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ ВОДОПРОВІДНОЇ ВОДИ У МІСТІ ХЕРСОН ХІМІЧНИМИ МЕТОДАМИ

Охріменко О.В. – к.т.н, доцент,

Біла Т.А. – к.с.-г.н., доцент

Ляшенко Є.В. – к.х.н., доцент,

*ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»,
kaf.chemistry@ukr.net, eugene_vladimir@yahoo.co.uk*

У статті розглянуто проблему забезпечення населення міста Херсон питною водою, констатовано зниження її якості, пояснені причини погіршення стану підземних вод в місті.

Джерело водопостачання міста Херсона – верхньосарматський водоносний горизонт, який використовується населенням міста з 19 століття. Інтенсивне використання та збільшення водопостачання призвело до порушення технології експлуатації артезіанських свердловин. На сьогоднішній день 76% артезіанських свердловин у Херсоні експлуатуються з перевищенням нормативного терміну, 30% свердловин подають воду з відхиленням від державних стандартів за солевмістом. Крім того при переексплуатації конкретного геологічного ярусу відбувається притік небажаних інгредієнтів з інших горизонтів по всій площі депресії. Для артезіанських вод Херсона головними такими інгредієнтами є катіони та аніони легко розчинних солей металів, а інколи – амоніаку, нафтопродуктів, сполук Нітрогену.

Спостереження за станом питної води, контроль її якості є дуже важливим для споживачів, оскільки використання неякісної води є дуже небезпечним для їх здоров'я. За органолептичними, хімічними, мікробіологічними і навіть радіологічними показниками питна вода повинна відповідати вимогам державних стандартів України та санітарного законодавства.

Стан якості питної води централізованого водопостачання в місті Херсон та приміських районах міста за хімічними показниками експериментально досліджено у навчально-хімічній лабораторії факультету рибного господарства та природокористування ХДАУ; на цій основі зроблена оцінка придатності її для певного виду водокористування.

Наведено критерії якості та показники фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води. Представлені результати гідрохімічного аналізу водопровідної води з різних районів міста Херсон.

З основних показників фізіологічної повноцінності складу питної води визначені: загальна лужність, твердість води, вміст йонів Кальцію та Магнію, кислотність води, вміст хлоридів, сульфатів, гідрокарбонатів. Мінералізацію води визначали математичним методом, заснованим на знаходженні суми йонів, знайдених у результаті аналізу води.

Проведений аналіз свідчить, що якість питної води відповідає стандартам лише в окремих районах міста. Найкращі показники має вода, яка постачається зі

свердловини на Карантинному острові, тому на перспективу для забезпечення м. Херсона екологічно чистою питною водою необхідно використовувати водозабори на лівобережжі області.

Ключові слова: питна вода, гідрохімічний аналіз, твердість, лужність, мінералізація.

Постановка проблеми. Проблема забезпечення населення України якісною питною водою з кожним роком ускладнюється, стає більш гострою. Оскільки поверхневі джерела водопостачання України впродовж останніх десятиліть інтенсивно забруднювались, тому практично всі поверхневі, а в окремих регіонах і підземні води за рівнем забруднення не відповідають вимогам стандарту на джерела водопостачання. В зв'язку з цим проблема забезпечення населення доброякісною питною водою є актуальною і її вирішення вбачається в створенні моніторинга гідросфери.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Значна частина населення України використовує для своїх життєвих потреб недоброякісну воду, що загрожує здоров'ю нації. Забезпечення водою населення України в повному обсязі ускладнюється через незадовільну якість води водних об'єктів [1].

Україна за ступенем водозабезпечення населення займає одне із останніх місць серед країн Європи, а за водоемністю валового суспільного продукту попереду всіх. Це є однією із причин інтенсивного використання природної води, відповідно і забруднення значно інтенсивніше, ніж в інших країнах. В Україні, має місце загальна нестача та зростання виснаження, забруднення джерел прісної води. Причиною в цьому, в першу чергу, є екологічне забруднення довкілля, зокрема, річок. Висихання мілких річок, які є кровоносними судинами Землі, практична відсутність ефективного очищення стічних вод та промислових відходів, втрата природних водозбірних площ, знищення та часткове або повне зникнення лісових масивів, хижацькі методи ведення сільського господарства, які приводять до змиву різних хімікатів у воду та багато іншого. Негативно впливають на якість природної води намівні береги річок і зміна їх природного русла і режиму (приклад річки Дніпро), греблі, водосховища та іригаційні системи [2].

Якісний стан підземних вод внаслідок господарської діяльності постійно погіршується. Це пов'язано з існуванням на території України близько 3 тис. фільтруючих накопичувачів стічних вод, а також з широким використанням мінеральних добрив та пестицидів. Якість води більшості з них за станом хімічного і бактеріального забруднення класифікується як забруднена і брудна (IV–V клас якості). Для екосистем більшості водних об'єктів України властиві елементи екологічного та метаболічного регресу.

Джерело водопостачання міста Херсона – верхньосарматський водоносний горизонт. Артезіанська вода, яка використовувалась населенням

міста у 19 столітті, мала мінералізацію від 246 до 854 мг/л. Але по мірі збільшення водопостачання відбулося порушення технології експлуатації артезіанських свердловин [3].

На сьогоднішній день у Херсоні водозабір здійснюється із 135 артезіанських свердловин глибиною від 60 м до 100 м, з них 103 (76%) експлуатуються з перевищенням нормативного терміну (24 роки). Вода, що подається свердловинами МКП «ВУВКГ міста Херсона», не однорідна за своїм складом. 30% свердловин, розташованих на майданчику НСВ-1 (Шуменський мікрорайон та с. Комишани), подають воду з відхиленням від державних стандартів за солемістом. За даними Тюрміної В.Г. і Брюяко А.В. мінералізація води деяких свердловин сягнула 1,6–4,8 г/л. Враховуючи існуючі гідрогеологічні умови, дефіцит питної води та відсутність альтернативних водозаборів з питної якості, Держстандарт та Міністерство охорони здоров'я надали спеціальний дозвіл на експлуатацію таких свердловин [3].

Отже, прогресивне погіршення якості питної води в Херсоні за останні кілька десятиріч є результатом порушеного режиму підземних вод, який утворився внаслідок довготривалої, поза терміном амортизації, експлуатації артезіанських свердловин. Добування питної води проходить, як правило, з ділянок площею в кілька квадратних кілометрів кожна і при переексплуатації конкретного геологічного ярусу відбувається притік небажаних інгредієнтів з інших горизонтів по всій площі депресії. Для артезіанських вод Херсона головними такими інгредієнтами є катіони та аніони легко розчинних солей, металів, а інколи – амоніаку, нафтопродуктів, сполук Нітрогену. Особливо небезпечно просачування сильно забруднених вод з верхнього шару в цей горизонт. Ґрунтові води в місті, як зазначено вище, під впливом промислової діяльності та транспорту забруднюються нафтопродуктами, свинцем, кадмієм, нітратами. Вони утримують велику кількість легкорозчинних солей. Отже, забруднення неогенового шару під Херсоном стає вже зараз небезпечним для його використання як джерела питних вод [4].

Крім того, з середини 90-х років з'явилися незаконно пробурені свердловини в приміських зонах Херсона. Враховуючи недотримання правил спорудження, розміщення, вимог санітарних норм, такі свердловини також несуть загрозу населенню забрудненням водоносних горизонтів [4].

Питна вода – чинник, який зумовлює головні показники життєзабезпечення і здоров'я населення. За органолептичними, хімічними, мікробіологічними і навіть радіологічними показниками вона повинна відповідати вимогам державних стандартів України та санітарного законодавства. За твердженням ВООЗ більш як 80 відсотків хвороб, які має людина, пов'язані із якістю води, яку вона вживає [5].

Сьогодні хімічні, мікробіологічні, фізичні параметри, які характеризують якість води, є головними показниками питної води. Водопровідна питна вода повинна відповідати 3-м основним критеріям: мати сприятливі органолептичні властивості, нешкідливий хімічний склад і бути безпечною в епідемічному відношенні. З 1980 року ВООЗ рекомендує вживати воду як питну з мінералізацією не менше 100 мг/л. Крім цього, прийнято вважати оптимальною мінералізацію 200-400 мг/л для хлоридно-сульфатних вод і 250-500 мг/л для гідрокарбонатних вод. Показниками забруднення води залишками речовин органічного походження є такі показники як вміст амоніаку, нітратів та нітритів. Сполуки Нітрогену належать до мутагенних речовин, які призводять до генетичних захворювань [6].

Для знезараження води в Україні зараз застосовують хлорування, але його можна вживати для досить чистої води, якої в Україні практично немає. Наявність у вихідній воді органічних сполук після її хлорування призводить до появи СІ-похідних, набагато більше токсичних, ніж початкові речовини. Встановлено, що операція хлорування питної води з метою її знезараження підвищує токсичність води в 5 разів у порівнянні з вихідною водою. Ядохімікатів, діоксинів та інших синтетичних сполук, у питній воді не повинно бути зовсім: у людини немає до них імунітету. Показники фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води наведені в таблиці 1 [7].

Таблиця 1. Показники фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води

№	Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи питної води
1.	Загальна твердість	ммоль/дм ³	1,5-7,0
2.	Загальна лужність	ммоль/дм ³	0,5- 6,5
3.	Кальцій	мг/дм ³	25-75
4.	Магній	мг/дм ³	10-50
5.	Натрій	мг/дм ³	2-20
6.	Сульфати	мг/дм ³	250
7.	Хлориди	мг/дм ³	250
8.	Мінералізація	мг/дм ³	200- 500
9.	Йод	мг/дм ³	20-30
10.	Калій	мг/дм ³	2 -20
11.	Фториди	мг/дм ³	0,7-1,2
12.	рН	—	6,5-8,5

На думку фахівців, саме висока мінералізація питних вод впливає на формування злоякісних утворень в організмі людей, провокує хвороби органів кровообігу, травлення, сечостатевої системи. Поступова зміна основних характеристик макрокомпонентного складу питних вод

(жорсткість, сульфати, гідрокарбонати) може негативно впливати на сольовий баланс системи травлення, кровотворної й інших систем людини. При довгостроковому вживанні вод з високим солевмістом, проходить дестабілізація захисної спроможності людського організму, що аналогічно довгостроковому впливу низьких радіаційних доз [8].

Отже, спостереження за станом питної води, контроль її якості є дуже важливим для споживачів, оскільки використання неякісної води є дуже небезпечним для їх здоров'я.

Постановка завдання. Експериментально дослідити стан якості питної води централізованого водопостачання в місті Херсон та приміських районів міста за хімічними показниками та оцінити її придатність для певного виду водокористування.

Об'єкт дослідження – водопровідна вода централізованого водопостачання з різних районів міста та приміських районів.

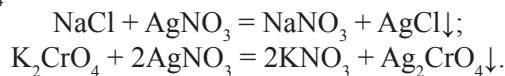
Матеріали і методи дослідження. До числа загальних хімічних показників якості води відносять: розчинний кисень, водневий показник, лужність, твердість води, окиснюваність (БСК, ХПК), йонний склад розчинених сполук макро- і мікроелементів, мінералізація, вміст біогенних елементів [9, 10].

Загальну лужність води визначали методом нейтралізації титруванням певного об'єму води хлоридною кислотою в присутності індикатору метилового оранжевого до слабко-рожевого забарвлення.

Твердість води визначали комплексометричним методом. Метод ґрунтується на взаємодії катіонів кальцію і магнію з трилоном Б в аміачному буферному розчині (рН~9,5) з утворенням внутрішньокмлексних сполук (за наявності металохромних індикаторів – ереохрому чорного). У присутності іншого індикатора – мурексиду, у лужному середовищі визначали кальцієву твердість. Магнієву твердість знаходили як різницю між твердістю води і кальцієвою твердістю.

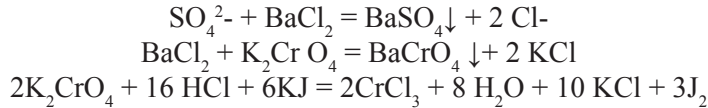
Кислотність рН води визначали потенціометричним методом за допомогою рН-метра.

Хлориди визначали у воді за методом Мора, який базується на осадженні хлорид-йонів розчином аргентум нітрату AgNO_3 за наявності калій хромату K_2CrO_4 як індикатора. Під час титрування AgNO_3 спочатку утворюється осад AgCl білого кольору. Коли всі хлорид-йони будуть осаджені, при подальшому додаванні утворюється цегляно-червоний осад аргентум хромату Ag_2CrO_4 :



Сульфати визначали об'ємним методом, який ґрунтується на осадженні сульфатів йоном барію у вигляду BaCl_2 , надлишок якого осаджується

калій хроматом. Надлишок калій хромату, який не витрачено на реакцію з надлишком барій хлориду, визначається за кількістю йоду, що буде одержаним із калій йодиду у кислому середовищі:



Загальну мінералізацію води визначали математичним методом, заснованим на знаходженні суми йонів, знайдених у результаті аналізу води. Загальну мінералізацію в мг/л обчислювали за формулою:

$$\sum u = \sum k + \sum a,$$

де $\sum u$ – загальна мінералізація, сума йонів, мг/л;

$\sum k$ – сума катіонів, мг/л;

$\sum a$ – сума аніонів, мг/л.

Результати досліджень. Студенти II курсу факультету рибного господарства та природокористування на лабораторних заняттях з дисципліни «Біогеохімія та гідрохімія» проводили гідрохімічний аналіз води, відібраної в різних районах міста Херсона та оцінювали її якість. Результати досліджень наведені в таблиці 2.

Висновки. Проведений аналіз свідчить, що якість питної води відповідає стандартам лише в окремих районах. Вода, яка поступає в крани в Шуменському та Таврійському мікрорайонах має високу твердість і мінералізацію, а також високий вміст сульфатів і хлоридів. Така вода потребує доочистки перед вживанням. Вода, яка постачається в інші райони міста має показники в межах ГДК.

Таблиця 2. Аналіз водопровідної води в м. Херсон

Район міста	Лужність	T _{заг.}	pH	HCO ₃	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Мін.
Од. виміру	ммоль/дм ³	ммоль/дм ³		мг/дм ³	мг/дм ³	мг/дм ³	мг/дм ³	мг/дм ³	мг/дм ³	г/л
Житлосели-ще вул. Комкова	4,7	9,4	8,2	280,6	312	156	52	82,7	181	1,2
ХБК	4,3	4	7,9	462,3	131	138	26,1	32,8	172,5	0,76
Таврійський м-р вул. Синявіна	6,1	13	7,9	372,1	368	190	58,1	123	188,7	1,3
Шуменський м-р.	4,1	6,8	8,1	238	255	80	40	58,4	147,2	0,8
Кіндійка	6,1	11,7	8,7	372,1	641	44	66,1	102,3	352	1,5
Консервний з-д	4,2	9,3	6,5	256,2	304	106	74	68	142	0,95
Північне селище	4	2,2	7,9	244	85,1	24	14	18,36	117,3	0,5
Острів	5,6	8,3	7,4	341	290	74	68,1	59,6	175,7	0,9
Текстильний	4	3,9	7,8	189,1	49,6	38	22	34	35	0,37
Степанівка	4	6,3	8,1	201,3	145	68	40,1	52,3	61,5	0,57
Олешки	3,3	7,2	7,9	207	237	92	56,1	53,5	119,6	0,7
Олешки	3,3	4,6	7,2	201,3	63,8	90	30	37,6	59	0,4

Найкращі показники має вода, яка постачається зі свердловини на Карантинному острові, тому на перспективу для вирішення проблеми забезпечення м. Херсона екологічно чистою питною водою необхідно використовувати водозабори на лівобережжі області, де зберігаються великі запаси води, якість якої відповідає європейським стандартам.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ В ГОРОДЕ ХЕРСОН ХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Охрименко О.В. – к.т.н., доцент,

Белая Т.А. – к.с.-г.н., доцент

Ляшенко Е.В. – к.х.н., доцент,

ДВНЗ «Херсонский государственный аграрный университет»,

kaf.chemistry@ukr.net, eugene_yladimir@yahoo.co.uk

В статье рассмотрена проблема обеспечения населения города Херсон питьевой водой, констатировано снижение ее качества, объяснены причины ухудшения состояния подземных вод в городе.

Источник водоснабжения города Херсона – верхньюсарматский водоносный горизонт, который используется населением города с 19 века. Интенсивное использование и увеличение водоснабжения привело к нарушению технологии эксплуатации артезианских скважин. На сегодняшний день 76% артезианских скважин в Херсоне эксплуатируются с превышением нормативного срока, 30% скважин подают воду с отклонением от государственных стандартов по солесодержанию. Кроме того, при переэксплуатации конкретного геологического яруса происходит приток нежелательных ингредиентов из других горизонтов по всей площади депрессии. Для артезианских вод Херсона главными такими ингредиентами являются катионы и анионы легко растворимых солей металлов, а иногда – аммиака, нефтепродуктов, соединений азота.

Наблюдение за состоянием питьевой воды, контроль ее качества очень важно для потребителей, поскольку использование некачественной воды очень опасно для их здоровья. По органолептическим, химическим, микробиологическим и даже радиологическим показателям питьевая вода должна соответствовать требованиям государственных стандартов Украины и санитарного законодательства.

Состояние качества питьевой воды централизованного водоснабжения в городе Херсон и пригородных районах города по химическим показателям экспериментально исследованы в учебно-химической лаборатории факультета рыбного хозяйства и природопользования ХГАУ; на этой основе произведена оценка пригодности ее для определенного вида водопользования.

Приведены критерии качества и показатели физиологической полноценности минерального состава питьевой воды. Представлены результаты гидрохимического анализа водопроводной воды из разных районов города Херсон.

Из основных показателей физиологической полноценности состава питьевой воды определены: общая щелочность, жесткость воды, содержание ионов кальция и магния, кислотность воды, содержание хлоридов, сульфатов, гидрокар-

бонатом. Минерализацию воды определяли математическим методом, основанным на нахождении суммы ионов, найденных в результате анализа воды.

Проведенный анализ свидетельствует, что качество питьевой воды соответствует стандартам лишь в отдельных районах города. Лучшие показатели имеет вода, поставляемая из скважины на Карантинном острове, поэтому на перспективу для обеспечения м. Херсона экологически чистой питьевой водой необходимо использовать водозаборы на левобережье области.

Ключевые слова: питьевая вода, гидрохимический анализ, твердость, щелочность, минерализация.

RESEARCH OF TAP WATER QUALITY PARAMETERS IN THE CITY OF KHERSON BY CHEMICAL METHODS

Ohrimenko O.V. – Ph.D. (Technics), Associate Professor

Bila T.A. – Ph.D. (Agriculture), Associate Professor

Liashenko Ye.V. – Ph.D. (Chemistry), Associate Professor

Kherson State Agricultural University,

kaf.chemistry@ukr.net, eugene_vladimir@yahoo.co.uk

The article considers the problem of providing of the Kherson population with drinking water, the decline in its quality; the reasons for the deterioration of groundwater in the city are explained.

Kherson's water source is the Upper Sarmatian aquifer used by the city's population since the 19th century. The heavy use and increase of water supply has led to disruption of the artesian well technology. To date, 76% of artesian wells in Kherson are operated in excess of the regulatory term, 30% of wells supply water with deviation from state standards for salt content. In addition, in case of overexploitation of a particular geological tier, an influx of unwanted ingredients from other horizons occurs throughout the depression area. For artesian waters of Kherson, the main of such ingredients are cations and anions of readily soluble salts, metals, and sometimes ammonia, petroleum products, and nitrogen compounds.

Monitoring the status of drinking water, controlling its quality is very important, since the use of poor quality water is very dangerous for consumers' health. According to organoleptic, chemical, microbiological and even radiological parameters, drinking water must meet the requirements of the Ukrainian state standards and sanitary legislation.

The quality status of drinking water from centralized water supply in the city of Kherson and the suburban areas was experimentally investigated in the chemical laboratory of the KSAU Faculty of Fisheries and Nature Management ; on this basis, the water suitability for a certain kinds of use was assessed.

Criteria of quality and indicators of physiological usefulness of the mineral composition of drinking water are given. The results of hydrochemical analysis of Kherson tap water from different areas of the city are presented.

The main indicators of the physiological value of drinking water are determined: total alkalinity, hardness of water, content of calcium and magnesium ions, acidity of water, content of chlorides, sulfates and hydrocarbonates. Water mineralization was determined by a mathematical method based on finding the sum of ions found in the water analysis.

The analysis shows that the quality of drinking water meets the standards only in certain parts of Kherson. The best data has water delivered from the well on Quarantine Island, therefore, in the future, in order to provide Kherson with environmentally friendly drinking water, it is necessary to use water intakes on the left bank of the region.

Keywords: drinking water, hydrochemical analysis, hardness, alkalinity, mineralization.

ЛІТЕРАТУРА

1. Прокопов В.А., Тарабарова С.Б., Тетенева И.А., Миронец Н.В. Современное состояние источников водоснабжения и качества питьевой воды в Украине: анализ ситуации, проблемы и пути их решения. URL: <http://www.health.gov.ua/Publ/conf.nsf/0/da14587ae2c5efa2c125675800441fc9> (дата звернення: 07.10.2019).
2. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища : навч. посіб. 5-те вид., випр. і доп. К. : Знання, 2007. 422 с.
3. Пилипчук Л.Л., Волкова С.А. Стан питної води у м. Херсоні: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції [«Сучасні хімічні технології: екологічність, інновації, ефективність»], (5–6 жовтня 2017 р., ХНТУ м. Херсон). Херсон : вид-во ПП Вишемирський В.С., 2017. С. 100–101.
4. Предместніков О.Г. Сучасна екологічна ситуація на Херсонщині та можливі шляхи розв'язання проблемних питань. *Екологічний бюлетень*. Херсон. 2009. № 1.
5. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини. Львів ЛБІ НБУ, Київ: «Знання», 2001. 184 с.
6. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості: ДСТУ 7525:2014. Київ, Мінекономрозвитку України, 2014. (Національні стандарти України). URL: <https://metrology.com.ua/ntd/skachat-dstu-gost-gost-r/gost/dstu-7525-2014/> (дата звернення: 07.10.2019).
7. Наказ міністерства охорони здоров'я України № 400 (12.05.2010) Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10> (дата звернення: 07.10.2019).
8. Баранов С. Вода як показник чистоти. Likarinfo. Портал о здоров'є. URL: <http://www.likar.info/zdorovye-vsey-semyi/news-9062-voda-yak-rokaznik-chistoti-r-n/> (дата звернення: 07.10.2019).
9. Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Методи визначення хімічного складу природних вод. К.: ВПЦ «Київ. Ун-т». 1993. 97 с.
10. Охріменко О.В., Гафіатуліна О.Г. Методичні рекомендації для проведення лабораторних занять з дисципліни «Гідрохімія» для студентів ІІ курсу факультету рибного господарства та природокористування із спеціальності 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування. Херсон: РВЦ «Колос», ХДАУ. 2014. 60 с.

REFERENCES

1. Prokopov, V.A., Tarabarova, S.B., Teteneva, I.A., & Mironets, N.V. (n.d.). *Sovremennoe sostoyanie istochnikov vodosnabzheniya i kachestva pitevoy vody v Ukraine: analiz situatsii, problemy i puti ih resheniya* [The current state of water supply sources and the quality of drinking water in Ukraine: analysis of the situation, problems and solutions]. Health.gov.ua. Retrieved from: <http://www.health.gov.ua/Publ/conf.nsf/0/da14587ae2c5efa2c125675800441fc9>. [in Russian].
2. Dzhyhyrei, V.S. (2007). *Ekolohiia ta okhrona navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha* [Ecology and environmental protection]. Kyiv : Znannia. [in Ukrainian].
3. Pylypchuk, L.L. & Volkova, S.A. (2017). *Stan pytnoi vody u m. Khersoni* [Drinking water status in Kherson]. Materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Suchasni khimichni tekhnolohii: ekolohichnist, innovatsii, efektyvnist», (5–6 zhovtnia 2017 r., KhNTU m. Kherson, Ukraine). Kherson : PP Vyshemyrskyi, V.S. [in Ukrainian].
4. Predmestnikov, O.H. (2009). *Suchasna ekolohichna sytuatsiia na Khersonshchyni ta mozhyvi shliakhy rozviazannia problemnykh pytan* [Current ecological situation in Kherson region and possible ways of solving problematic issues]. Ekolohichniy biuleten – *Ecological newsletter*, no. 1. Retrieved from http://eco.ks.ua/ecological_situation.htm [in Ukrainian].
5. Lapin, V.M. (2001). *Bezpeka zhyttiediialnosti liudyny* [Human life safety]. Kyiv: Znannia. [in Ukrainian].
6. Drinking water. Quality control requirements and methods (2014). DSTU 7525:2014 from 1st February 2015. Kyiv. Minekonomrozvytku Ukrainy [in Ukrainian].
7. *Pro zatverdzhennia Derzhavnykh sanitarnykh norm ta pravyl «Hihienichni vymohy do vody pytnoi, pryznachenoi dlia spozhyvannia liudynoiu»* [On approval of the State sanitary norms and rules «Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption»]. Nakaz ministerstva okhrony zdorovia Ukrainy № 400 (2010). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10> [in Ukrainian].
8. Baranov, S. (2004). *Voda yak pokaznyk chystoty* [Water as an indicator of purity]. Likarinfo. Retrieved from: <http://www.likar.info/zdorovye-vsey-semyi/news-9062-voda-yak-pokaznik-chistoti-r-n/> [in Ukrainian].
9. Peleshenko, V.I. & Khilchevskyi, V.K. (1993). *Metody vyznachennia khimichnoho skladu pryrodnykh vod* [Methods for determining the chemical composition of natural waters]. K.: VPTs «Kyiv. Un-t». [in Ukrainian].
10. Okhrimenko, O.V. & Hafiatullina, O.H. (2014). *Metodychni rekomendatsii dlia provedennia laboratornykh zaniat z dystsypliny «Hidrokhimii» dlia studentiv II kursu fakultetu rybnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia iz spetsialnosti 6.040106 «Ekolohiia, okhrona navkolyshnoho seredovyshcha ta zbalansovane pryrodokorystuvannia* [«Methodical recommendations for conducting laboratory classes in the discipline "Hydrochemistry" for students of the 2nd year of the Faculty of Fisheries and Environmental Management in the specialty 6.040106" Ecology, Environmental Protection and Balanced Environmental Management]. Kherson: RVTs «Kolos», KhDAU. [in Ukrainian].