



А.В. Чугай,
доктор технічних наук, доцент,
декан природоохоронного факультету
Одеського державного екологічного університету
м. Одеса, Україна
E-mail: avchugai@ukr.net



Ю.О. Наконечна,
аспірантка кафедри екології та охорони довкілля
Одеського державного екологічного університету
м. Одеса, Україна
E-mail: nakonechnayulya25@gmail.com



І.В. Ремешевська,
кандидат технічних наук, доцент, завідувачка кафедри екологічної хімії
Національного університету кораблебудування імені адм. Макарова
м. Миколаїв, Україна
E-mail: irynaremesh@gmail.com

МІНЕРАЛІЗАЦІЯ ВОД РІЧКИ МЕРТВОВІД ЯК ПОКАЗНИК ПРИДАТНОСТІ ДЛЯ ЦІЛЬОВОГО ВИКОРИСТАННЯ

У роботі представлено результати польових і лабораторних досліджень гідрохімічного режиму вод басейну р. Мертвовід. Показники мінералізації вод річки у 2 – 4 рази перевищують середні рівні мінералізації вод р. Південний Буг. Вказані фактори спричиняють гостру проблему питного водопостачання населення північно-східної частини Миколаївської області. У даній місцевості відсутні достатні запаси поверхневих і підземних вод. Проаналізовано сольовий склад вод р. Мертвовід, а також виконано оцінку придатності вод для цілей зрошення. Отримано, що мінеральний склад вод залежить від геохімічного фону скельних порід річкової долини, ґрунтів, швидкості течії, локальних обсягів випаровування. При загальній маловодності р. Мертвовід та її приток значний вплив на збільшення мінералізації вод мають поверхневий стік. За рівнем мінералізації води р. Мертвовід не є придатними для питних цілей. Можливе їх обережне використання для зрошення з урахуванням можливості засолення ґрунтів.

Ключові слова: мінералізація, сольовий склад, водопостачання, зрошення, засолення.

A.V. Chugai,

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Dean of the Nature Protection Faculty Odessa State Environmental University (Odessa), Ukraine

Yu.O. Nakonechna,

Postgraduate of the Department of Environmental Science and Environmental Protection Odessa State Environmental University (Odessa), Ukraine

I.V. Remeshevskaya,

PhD of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Environmental Chemistry Admiral Makarov National University of Shipbuilding (Mykolayiv), Ukraine

MINERALIZATION OF THE RIVER MERTVOVID WATER AS AN INDICATOR OF ITS TARGET USING

The paper presents the results of the field and laboratory studies of the Mertvovid river basin water hydrochemical regime. The Mertvovid River basin territory belongs to the cracked water hydrogeological region of the Ukrainian Shield zone, which causes the general high mineralization of the surface and groundwaters in this area. The indicators of the river water mineralization are 2 – 4 times higher than the average levels of the Southern Bug River water mineralization. These factors cause an acute problem of drinking water supply to the population of the north-eastern part of the Mykolayiv region. There are not enough surface and groundwaters reserves in this area. The relevance of the study is due to the problem of household-drinking water supply in the north-eastern regions of the Mykolayiv region, which is complicated by the climatic instability of the recent years. Lack of quality fresh water contributes to the disappearance of settlements, deteriorating the conditions for the irrigated agriculture development and fish farming, sanitary and hygienic conditions of the environment. The salt composition of the Mertvovid River water was analyzed, and this water suitability for irrigation purposes was assessed.

The source materials are the data from the laboratory studies of the water samples salt composition of the Mertvovid River and its main tributaries, taken during the summer-autumn low water in 2020. For the River Mertvovid, as a whole, there is a tendency of increasing the total mineralization of the water and the salt composition components downstream – from the tributaries to the mouth. It is obtained that the water mineral composition depends on the geochemical background of the river valley rocks, soils, flow velocity, local evaporation volumes. General assessments of the salt composition of the Mertvovid River water in comparison with the MPC indicate an excess of the standards. With the general low water content of the Mertvovid River and its tributaries, the surface runoff has a significant impact on the increase in this water mineralization. The influence of the waters brought by the tributaries of the Mertvovid River is also significant. It should be noted that the water content of the tributaries, especially in the low water period, is almost identical to the water content of the main stream. In addition to water inflows, the reservoirs, where the processes of thermal stratification of the water column, deposition of heavy compounds and intensive evaporation from the surface take place, have a certain influence on the hydrochemical composition of the Mertvovid River. According to the level of water salinity, the Mertvovid River water is not suitable for drinking purposes. It is possible its using for irrigation carefully, taking into account the possibility of soils salinization.

Key words: mineralization, salt composition, water supply, irrigation, salinization.

Постановка проблеми. Територія Нижнього Побужзя від м. Первомайськ до м. Николаїв являє собою кінцеву ділянку течії р. Південний Буг. У нижній ділянці Південний Буг приймає чисельні ліві притоки, а саме річки Синюха, Велика і Мала Корабельні, Мертвовід, Гнилий та Сухий Єланці, Інгул [1] (рис. 1). Географічно центральне місце серед вказаних водотоків займає басейн р. Мертвовід, який разом із основними притоками займає площу 1820 км². Їх витoki розташовані на висотах 250 – 195 м і знаходяться в зоні південного борту Українського Кристалічного щиту. Витoki на височинах забезпечують річкам цілодобово проточний режим і стрімку динаміку просторово- та сезонно-змінних параметрів гідрохімічного складу вод [2]. У гідрогеологічному відношенні місцевість басейну р. Мертвовід неоднорідна. При цьому місцеві запаси тріщинних вод значно мінералізовані (1,5 – 3,0 тис. мг/дм³), а підземні свердловини і криниці мають дуже малі рівні дебіту [3].

Геохімічна специфіка вивержених порід зони Українського щита зумовлює загалом високу мінералізацію поверхневих і підземних вод даної місцевості. Показники їх мінералізації коливаються в межах 1100 – 2500 мг/дм³, що у 2 – 4 рази перевищують середні рівні мінералізації вод р. Південний Буг. Надмірна мінералізація тріщинних вод спричиняє гостру проблему питного водопостачання населення північно-східної частини Миколаївської області [5, 6]. У цій місцевості відсутні достатні запаси поверхневих і підземних вод.

Виходячи з цього проблема якісного водопостачання вимагає вирішення питання щодо первинного накопичення водних запасів, здатних забезпечити мінімальні потреби в маловодний рік. Подібне водонакопичення вимагає створення на р. Мертвовід або її притоках низки каскадних ставків-водосховищ загальним об'ємом не менш 30 млн. м³, що, в свою чергу, потребує чіткого уявлення щодо гідрохімічного режиму місцевих водотоків. Слід

зазначити, що висока мінералізація води р. Мертвовід не є наслідком антропогенного впливу на стан водойми.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Системні дослідження водних ресурсів південної частини басейну р. Південний Буг були проведені в 50 – 70 рр. ХХ ст. [7]. Впродовж останніх 10 – 15 років гідрохімічні дослідження вод річок та підземних джерел водопостачання на території північно-східних районів Миколаївської області виконували різні дослідники, а також фахівці Миколаївського міжрайонного управління водного господарства. Більш новітніми є систематизовані огляди щодо екологічного стану та оцінки якості вод басейну р. Південний Буг під редакцією Афанасьєва С.О. (2012, 2014) та Хільчевського В.К. (2009). Ці роботи присвячені опису і аналізу гідрохімічного режиму р. Південний Буг та її приток [5, 8, 9]. Розгорнутий аналіз гідрологічного режиму і стоку лівобережних приток у зоні Бузького Пониззя наведено в оглядових роботах Гопченка Є.Д., Лободи Н.С. (2005) та Гребіня В.В. (2010) [10, 11]. Більш інформативними з позицій аналізу гідрохімічного режиму річкових водойм у басейні р. Південний Буг є роботи фахівців УкрНДГМІ [12, 13]. Окремі питання оцінки рівня забруднення і техногенного навантаження на басейн р. Південний Буг та її головних приток наведено у роботах миколаївських дослідників під керівництвом Трохименко Г.Г. (2016, 2010) [14, 15], а також співавтора [16].

Слід зазначити, що аналогічні роботи стосовно р. Мертвовід у спеціальній літературі вкрай обмежені. Епізодичний контроль на даний час здійснюють фахівці Миколаївського міжрайонного управління водного господарства. Окремі результати мікробіологічних і гідрохімічних досліджень проб води р. Мертвовід у 2014 – 2015 рр. відображені в публікаціях Христин Ю.О. і Наконечного І.В. (2015, 2014) [17 – 19]. Дані щодо екологічної оцінки стану водойми і характеристик якості



Рис.1 Басейн р. Мертвовід



Рис.2 Схема відбору проб води р. Мертвовід та її приток, на основі

вод р. Мертвовід станом на 2009 – 2012 рр. наведені також у роботі Чумаченко Г.К. і Трохименко Г.Г. (2013), де відзначено тенденції щодо зменшення обсягів річкового стоку і збільшення рівня забруднення [20]. В останні роки значний обсяг поточної інформації щодо гідрохімічного режиму річок Миколаївщини постійно оновлюється на офіційному сайті Миколаївського регіонального офісу водних ресурсів [21].

Актуальність виконаного дослідження зумовлена гостротою проблеми господарсько-питного водопостачання на території північно-східних районів Миколаївської області, що стрімко ускладнюється в умовах кліматичної нестабільності останніх років. Нестача якісних прісних вод має вкрай негативний багатосторонній прояв: деградація та зникнення населених пунктів, погіршення умов розвитку поливного землеробства і рибництва, санітарно-гігієнічних умов середовища та стану здоров'я людей [22]. Дуже обмеженими в цій місцевості є також запаси вод, придатних для технічного використання.

Метою представленого дослідження є оцінка складових мінералізації вод р. Мертвовід та її приток з метою отримання «точки відліку» сольового складу річкових вод, придатних для подальших оцінок динаміки змін у сезонному і багаторічному розрізах, а також оцінка придатності вод р. Мертвовід для цілей зрошення.

Методика дослідження. Вихідними матеріалами є дані лабораторних досліджень сольового складу проб води, відібраних з р. Мертвовід та її основних приток (річки Кам'яно-Костувата, Комишувата, Гарбузинка) в період тривалої літньо-осінньої межени 2020 р., отримані особисто авторами. Всього досліджено 167 проб води, відібраних у трьох серіях на різних ділянках течії вказаних водотоків. Як матеріали щодо гідрохімічних параметрів води з різних ділянок басейнів р. Південний Буг і р. Інгул, фіксованих у попередні роки, використані офіційні звіти Державної екологічної інспекції в Миколаївській області, Регіональних доповідей про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області (2018,

2019 рр.), Щорічників Державного інформаційного геологічного фонду України і Регіонального офісу водних ресурсів у Миколаївській області.

Методологічна специфіка виконаних досліджень полягала в проведенні детальних досліджень гідрохімічного режиму річкових вод саме в період літньо-осінньої межени в період довготривалої відсутності опадів, що усуває фактор впливу поверхневого стоку на водойми. Відбір проб води в басейні р. Мертвовід здійснювався з 15 серпня по 21 жовтня 2020 р. Середня температура з цей період складала 18,3 °С, рівень випаровуваності вологи сумарно склав 480 мм (38,4 % річного обсягу). Проби води для лабораторного аналізу відбирали трьома серіями з інтервалом 17 – 25 днів. Розташування точок відбору проб води наведено на рис. 2.

Лабораторні дослідження проб води виконували у сертифікованій лабораторії контролю води кафедри екологічної хімії Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова. Частину проб води досліджували методом мас-спектрометрії з використанням мас-спектрометру з індуктивно-зв'язаною плазмою Agilent 7500se відповідно до інструктивної настанови № 480-Х «Визначення елементного складу природних і питних вод методом ICP-MS» [24]. Всі отримані результати піддавали первинній статистичній обробці з подальшим групуванням в окремі вибірки для подальших аналітичних розрахунків.

Оцінка картографічних даних щодо рельєфу, орографії місцевості, пересічних і абсолютних висот виконували за допомогою порталу каталогізованих джерел геоданих GIS DATA [25], геоінформаційної системи «Gis Map Server» і геопорталу комплексу ведення банку даних цифрових карт і даних дистанційного зондування землі «gis Map Geo DBW eb» [26]. Для картографування власних даних використовували кроссплатформену геоінформаційну систему QGIS ver.2.19.2 [27].

Основні результати дослідження. Результати лабораторних досліджень проб води р. Мертвовід та її приток наведені в табл. 1. Вона поєднує показники

Таблиця 1

Середні показники сольового складу басейну р. Мертвовід (15 серпня – 21 жовтня 2020 р.), мг/дм³

Точка відбору проб води	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	Σ (100 %)
Витоки р. Мертвовід, 1-ше злиття	319	389	160	85	70	135	1163
Верхів'я р. Мертвовід	378	390	170	87	74	138	1229
Кудрявське водосховище у вершині р. Мертвовід	370	380	174	88	87	160	1259
Р. Мертвовід в с. Крива Пустош	364	372	155	75	80	170	1216
Р. Мертвовід, плавні, с. Каменуватка	370	385	190	102	85	180	1312
Р. Кам'янувата-Костувата, передгірлова частина, східна околиця смт. Братське	365	410	134	185	92	203	1389
Р. Мертвовід у смт. Братське	390	406	205	208	85	185	1444
Р. Комишувата, передгірлова зона, південна околиця смт. Братське	360	350	150	90	87	225	1262
Р. Мертвовід, с. Петропавлівка	380	402	195	208	88	190	1488
Р. Мертвовід, с. Актове	380	410	200	205	89	196	1470
Р. Арбузинка, передгірлова зона, південна околиця с. Актово	305	360	146	182	94	209	1296
Р. Мертвовід, вершина Воронівського водосховища	380	407	206	190	90	195	1468
Р. Мертвовід, м. Вознесенськ	364	350	147	170	83	214	1328
Р. Південний Буг, с. Прибужани	346	150	45	63	32	69	705
Р. Інгул, с. Софіївка	352	218	131	119	41	169	1030

загальної мінералізації та катіонно-аніонного складу вод. Отримано, що для р. Мертвовід в цілому спостерігається тенденція зростання загальної мінералізації вод і компонентів сольового складу за течією – із витоків до гирла. При цьому показники рівня мінералізації річкової води, фіксовані в умовах практично повної відсутності впливу атмосферних опадів, були майже ідентичними в трьох серіях проб.

Отримані показники іонного складу декількох водотоків басейну р. Мертвовід надають також можливість їх порівняння з аналогічними показниками «сусідніх» водотоків – рр. Чорний Ташлик, Інгул, Гнилий Еланець, Південний Буг. Найбільш близькими до показників сольового складу вод р. Мертвовід виявились характеристики р. Чорний Ташлик (басейн р. Синюха) та р. Інгул. Порівняльний аналіз характеристик мінералізації вод р. Мертвовід і р. Південний Буг показав, що показники мінералізації води р. Південний Буг менше в 2 рази аналогічних у водах р. Мертвовід, а вміст сульфатів, хлору, кальцію, калію з натрієм – у 3 – 5 разів. Визначені відмінності сольового складу вод даних водотоків, які майже поряд долають скельні породи південного борту Українського кристалічного щита (з близькими геохімічними властивостями), вказують на значну роль верхнього притоку бузьких вод у формуванні

їх гідрохімічного складу в Бузькому пониззі.

Загальні оцінки сольового складу вод р. Мертвовід порівняно з ГДК вказують на перевищення нормативів. Проте отримані результати значно нижче усереднених даних, наведених у публікаціях останнього десятиріччя.

На рис. 3 – 8 наведено результати детального аналізу щодо сольового складу вод басейну р. Мертвовід за окремими показниками порівняно із складом вод р. Південний Буг.

За показниками вмісту HCO_3^- (рис. 3) отримано, що при загально високих його концентраціях у водах р. Мертвовід у районі витоків його вміст є найменшим. Проте вже через 15 км нижче витоків у верхів'ях р. Мертвовід (майже на межі Миколаївської області) концентрації суттєво збільшуються (+70 мг/дм³) з певними коливаннями в напрямку до гирла. У пониззі р. Мертвовід приймає правий приток р. Гарбузинка, яка несе води з помітно нижчим вмістом HCO_3^- (-60 мг/дм³). Потужність обох водотоків майже ідентична і тому нижче від місця їх злиття води р. Мертвовід характеризуються більш низькими показниками вмісту HCO_3^- . При цьому аналіз проб води, відібраних з вершини Воронівського водосховища (нижче гирла р. Гарбузинка) вказують на відсутність від'ємної динаміки даного показника.

Аналіз динаміки вмісту SO_4^{2-} (рис. 4) свідчить про

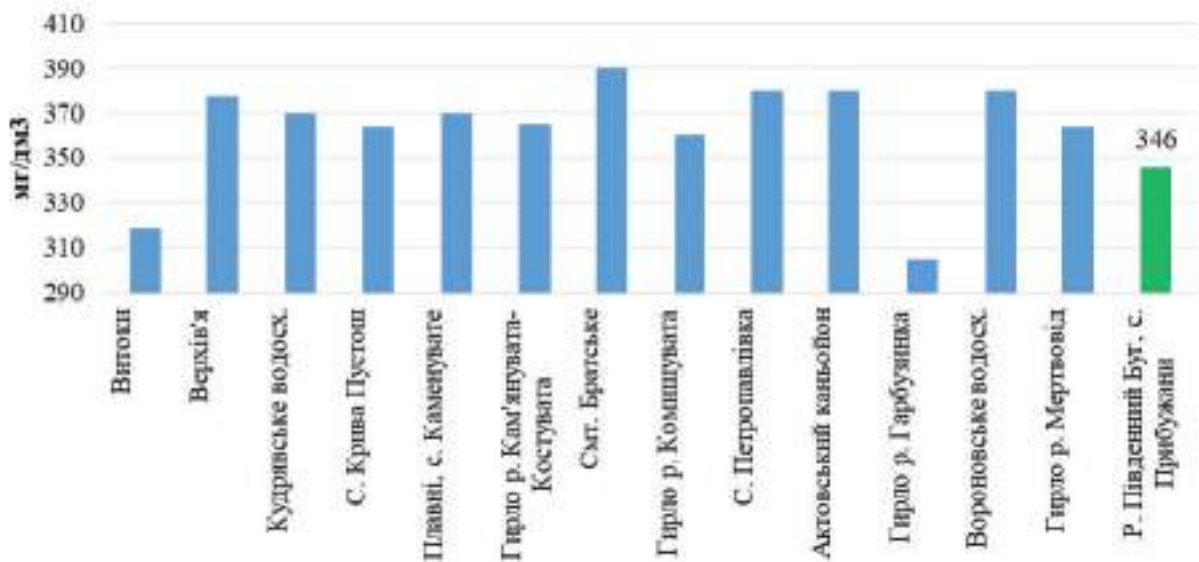


Рис.3 Динаміка зміни вмісту HCO_3^- в басейні р. Мертвовід

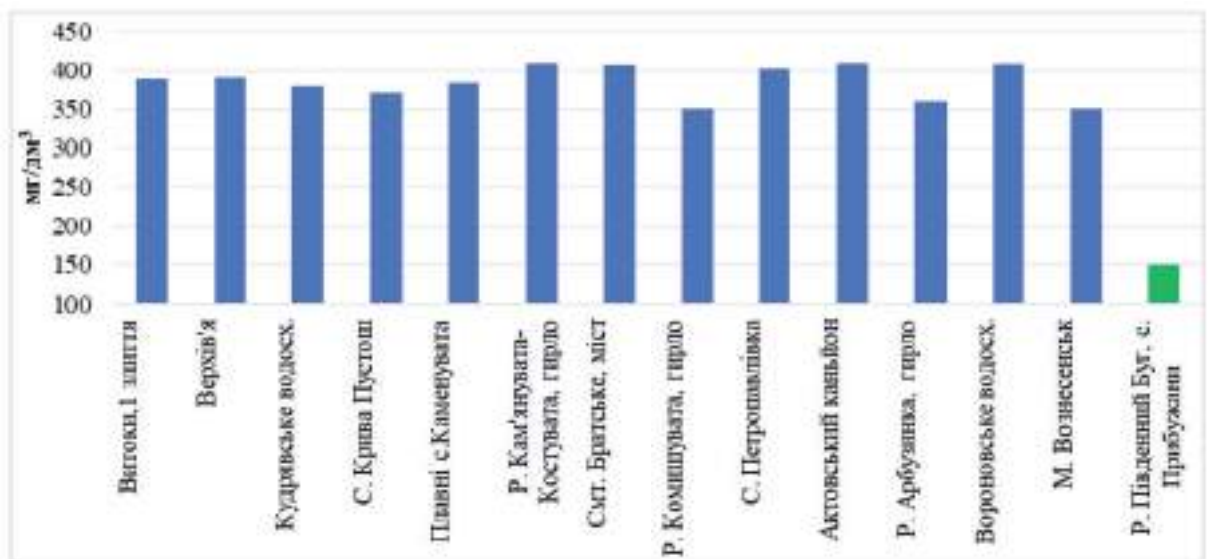


Рис.4 Динаміка зміни вмісту HCO_3^- в басейні р. Мертвовід

наявність високих концентрацій при незначній амплітуді коливань (± 50 мг/дм³). Зменшення вмісту SO_4^{2-} пов'язано з наявністю водосховищ глибиною 7 – 10 м, де мають місце термокліни з різним вмістом SO_4^{2-} . Порівняні показники вмісту SO_4^{2-} у пробах води р. Мертвовід та її приток свідчить про присутність сульфатів у ґрунтах, підґрунті та підземних водах на всій території басейну, що відображає природний гідрохімічний фон цієї місцевості. Значно нижчим є вміст SO_4^{2-} (у 5 – 6 разів) у водах в. Південний Буг (с. Прибужани). Даний факт свідчить про те, що гідрохімічний режим Бузького Понижся на 85 – 90 % лімітований річковим стоком із верхніх і середніх ділянок течії.

Вміст Cl^- (рис. 5) у 3 – 4 рази вище, ніж у водах р. Південний Буг, практично на всій території водозбірного басейну р. Мертвовід. У водах басейну р. Мертвовід відзначаються постійно високі концентрації Cl^- на рівні 150 – 190 мг/дм³. У водах правих приток (рр. Кам'янувато-Костувата, Комишувата, Гарбузинка) вміст Cl^- значно нижчий (на 50 – 70 мг/дм³). Вниз за течією р. Мертвовід вміст Cl^- незначно збільшується у водосховищі (на 10 – 20 мг/дм³). Це може бути наслідком випаровуваності води з великої площі водного дзеркала, а також впливом засолених підземних вод, що розряджаються у бортах глибоких водосховищ.

Неоднорідним є вміст Ca^{2+} (рис. 6). Високі концентрації відзначались у водах окремих приток – р. Кам'янувато-Костувата і р. Гарбузинка. Збільшення вмісту сполук кальцію відзначено у бік пониззя. Максимальні концентрації виявлено у воді порожистої ділянки р. Мертвовід (на 100 – 120 мг/дм³ більше ніж у витоках). Ця ділянка течії розташована на відрізку долини довжиною 12 км – від с. Петропавлівка до с. Актове. Такий високий «стрибок» вмісту Ca^{2+} може бути обумовлений впливом мінералізованих підземних вод з приповерхневих водоносних пластів. Нижче до гирла води підземного стоку р. Мертвовід є більш прісними [28], що може бути причиною зменшення вмісту Ca^{2+} .

Вміст Mg^{2+} (рис. 7) в цілому є високим на всіх ділянках басейну, навіть на піках межени майже в 3 рази перевищуючи аналогічні показники бузької (32 мг/дм³) та інгульської (41 мг/дм³) води. Первинно високий вміст Mg^{2+} має місце у витоках і у верхів'ях р. Мертвовід, що свідчить про його високі концентрації в підземних водах на кінцевій ділянці водорозділу. Дана ділянка межує з витоком р. Чорний Ташлик, що формується за 3 – 7 км на північний схід від витоків р. Мертвовід і за 2 – 3 км на північ від витоків р. Кам'янувато-Костувата.

Узагальнені дані щодо мінерального складу вод р. Мертвовід та її приток наведено на рис. 9. Отримані

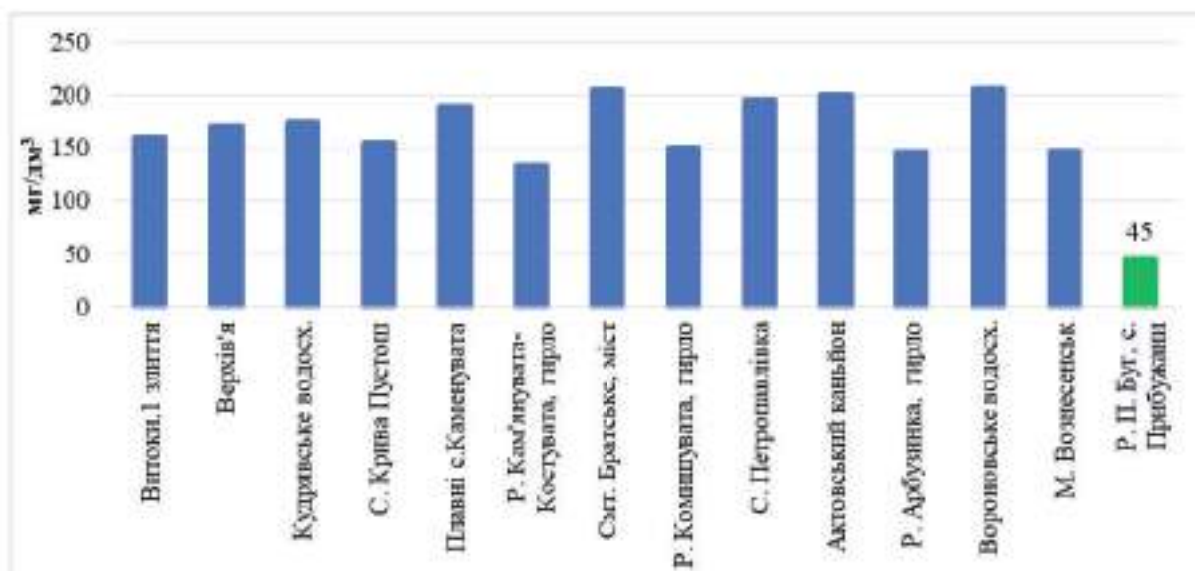


Рис.5 Динаміка зміни вмісту Cl^- в басейні р. Мертвовід

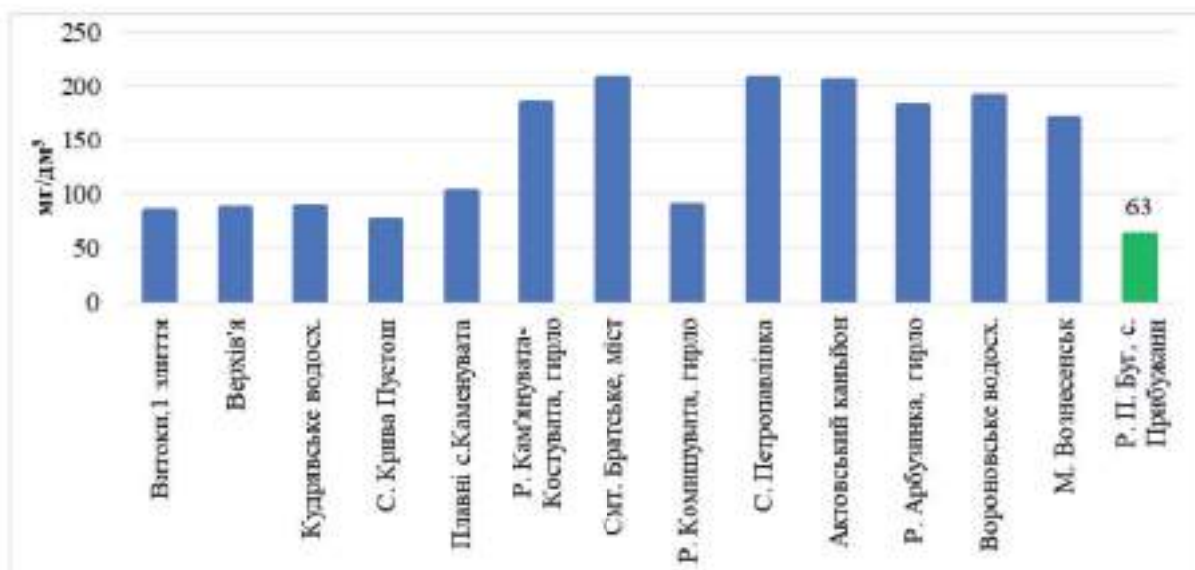


Рис.6 Динаміка зміни вмісту Ca^{2+} в басейні р. Мертвовід

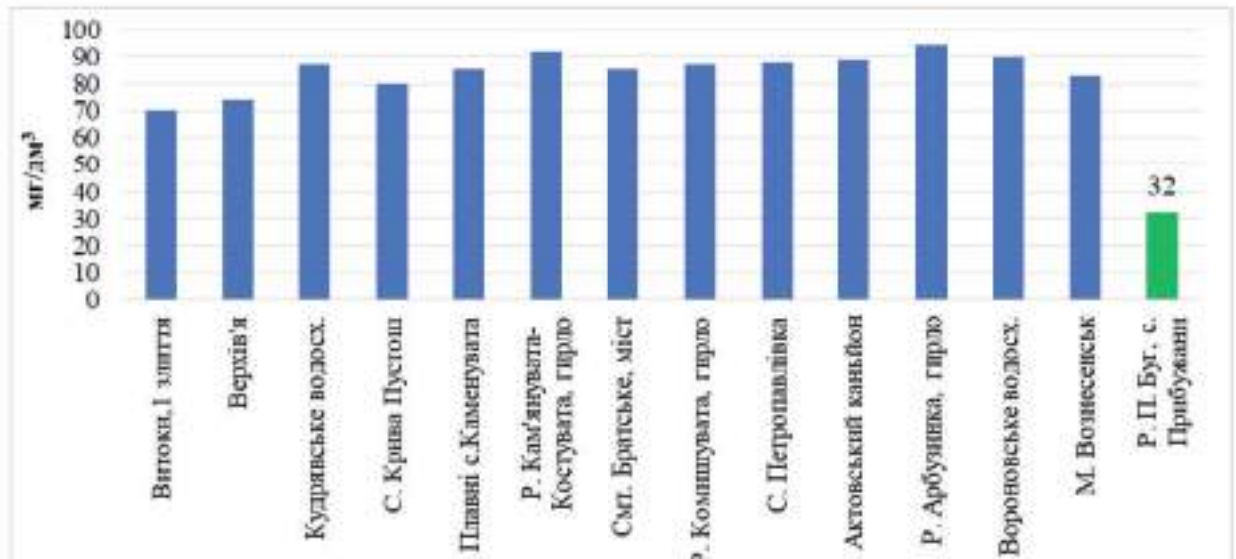


Рис.7 Динаміка зміни вмісту Mg^{2+} в басейні р. Мертвовід

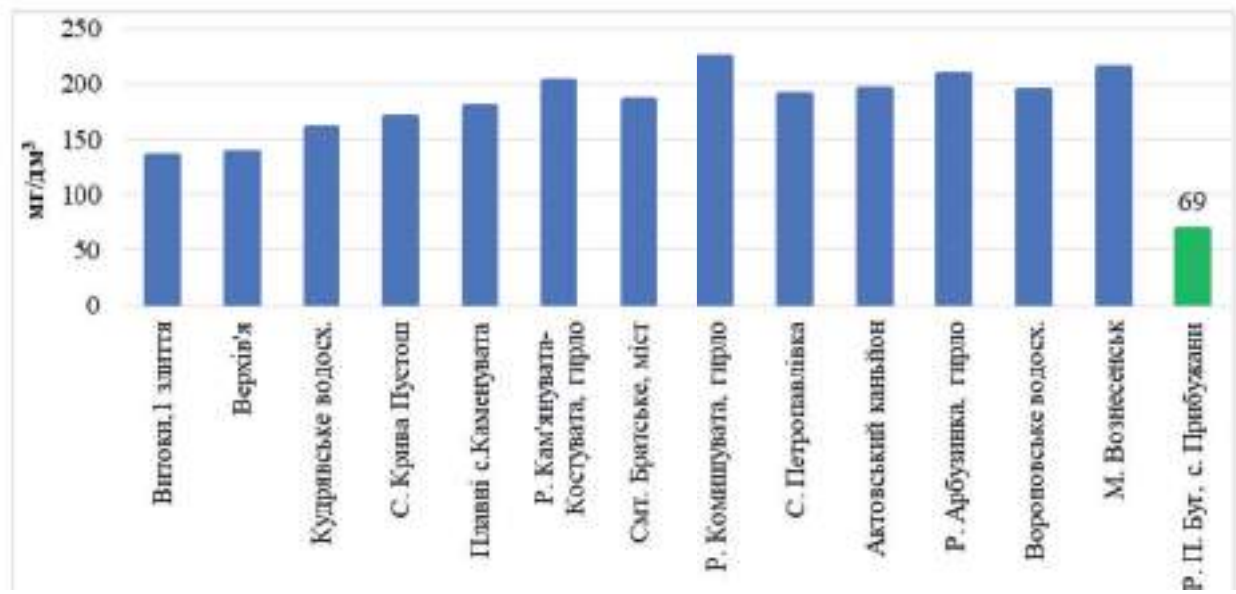


Рис.8 Динаміка зміни вмісту $Na^+ + K^+$ в басейні р. Мертвовід

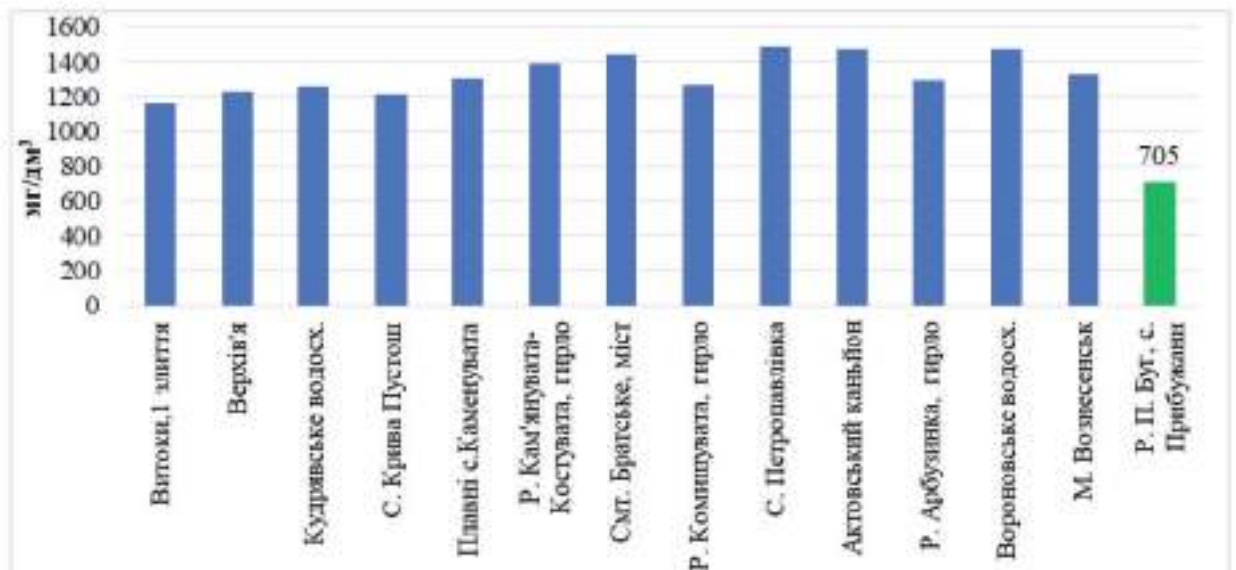


Рис.8 Динаміка зміни мінералізації в басейні р. Мертвовід

показники вказують на залежність мінерального складу від геохімічного фону скельних порід річкової долини, ґрунтів, швидкості течії, локальних обсягів випаровування. Помітним при цьому також є вплив вод, які привнесені притоками р. Мертвовід і частково лімітують мінералізацію вод магістрального водотоку на відрізках течії, розташованих нижче від гирла приток. При цьому слід відзначити, що водність приток, особливо в період межені, майже ідентична водності головного потоку. Окрім води приток на гідрохімічний склад р. Мертвовід певний вплив мають і водосховища, де відбуваються процеси термічного розшарування водної товщі, осадження важких сполук та інтенсивного випаровування з поверхні.

Як зазначалось вище, високі показники мінералізації вод р. Мертвовід стримують розвиток поливного землеробства в регіоні. Нами за наявними даними виконано оцінку якості вод для цілей зрошення. Відомо, що використання вод з високою мінералізацією може привести до засолення ґрунтів, що пригнічує або згубно впливає на культурні рослини, знижує урожайність.

За показниками загальної мінералізації зрошувальної води небезпека засолення за А.М. Костяковим [29] оцінюється так: 1) $< 1,0$ г/дм³ – вода придатна для зрошення; 2) $1,0 - 1,5$ г/дм³ – обережне зрошення; 3) $1,5 - 3,0$ г/дм³ – необхідне проведення аналізу хімічного складу солей; 4) > 3 г/дм³ – не придатна для зрошення. З урахуванням отриманих осереднених показників мінералізації (1,27 г/дм³) води басейну р. Мертвовід відносяться до другої категорії з рекомендаціями до обережного зрошення.

Розроблена також інша градація придатності води для іригаційних цілей за показниками загальної мінералізації: 1) $< 0,4$ г/дм³ – добра вода, придатна для зрошення; 2) $0,4 - 1,0$ г/дм³ – обмежене застосування; 3) $> 1,0 - 3,0$ г/дм³ – підвищена небезпека для рослин; 4) > 3 г/дм³ – вторинне засолення [30]. Відповідно з цих позицій води р. Мертвовід являють підвищену небезпеку для рослин.

Так, отримані дані свідчать, що за рівнем загальної мінералізації води р. Мертвовід в середньому в два рази перевищують відповідний показник вод пониззя р. Південний Буг. Вони не є придатними для питних цілей. Використання їх для зрошення повинно бути обережним з урахуванням можливості засолення ґрунтів.

Висновки. В результаті виконаного дослідження можна зробити такі висновки:

1. Отримані дані щодо мінерального складу вод р. Мертвовід та її приток в період літньо-осінньої межені за відсутності впливу поверхневого стоку є показником фонових характеристик.

2. Просторова структура мінералізації вод р. Мертвовід визначається геохімічними характеристиками місцевості у межах водозбірного басейну, що майже цілком розташований в зоні Українського кристалічного щита.

3. При загальній маловодності р. Мертвовід та її приток значний вплив на збільшення мінералізації вод мають поверхневі стік.

4. За рівнем мінералізації води р. Мертвовід не є придатними для питних цілей. При цьому можливе їх обережне використання для зрошення з урахуванням можливості засолення ґрунтів.

Література

1. Вишневецький В.І. Річки і водойми України. Стан і використання. Київ, 2000. 376 с.
2. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Украинская ССР. Бассейны Западного Буга, Дуная, Днестра, Южного Буга. Ленинград, 1985. Т. 2. Вып. 1. 524 с.
3. Стан підземних вод України: Щорічник. Київ, 2018. 121 с. Електронний ресурс: URL: http://geoinf.kiev.ua/wp/wp-content/uploads/2018/07/2017_sajt.pdf (дата звернення: 1.03.2021).
4. Україна. Еколого-географічний атлас: атлас-

монографія / Барановський В.А. та ін. Київ: Варта, 2006. 220 с.

5. Водні ресурси та якість річкових вод басейну Південного Бугу / За ред. Хільчевського В.К. Київ: Ніка-Центр, 2009. 184 с.

6. Регіональний офіс водних ресурсів у Миколаївській області. Водні ресурси. Електронний ресурс: URL: http://mk-vodres.davr.gov.ua/water_resources (дата звернення: 8.02.2021).

7. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 6. Украина и Молдавия. Вып. 1. Западная Украина и Молдавия (без бассейна р. Днестр). Ленинград: Гидрометеоздат, 1978. С.174 – 176.

8. План управління річковим басейном Південного Бугу: аналіз стану та першочергові заходи / Афанасьєв С., Бедзь Н., Боднарчук Т. та ін. Київ: Вид-во ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2014. 188 с. Електронний ресурс: URL: https://mk-vodres.davr.gov.ua/sites/default/files/Bug_plan_final_2.pdf (дата звернення: 7.03.2021).

9. Оцінка екологічного стану річки Південний Буг у відповідності до вимог Водної Рамкової Директиви ЄС / За ред. Афанасьєва С.О. Київ, 2012. 28 с.

10. Гопченко Е.Д., Лобода Н.С. Водные ресурсы Северо-Западного Причерноморья (в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях). Киев: КНТ, 2005. 188 с.

11. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). Київ: Ніка-Центр, 2010. 316 с.

12. Ухань О.О., Осадчий В.І., Набиванець Ю.Б., Осадча Н.М., Глотка Д.В. Типізація поверхневих вод басейну Південного Бугу за вмістом головних іонів, біогенних елементів, органічних речовин та розчиненого кисню. Наукові праці УкрНДГМІ. 2015. Вип. 267. С. 46 – 56.

13. Ухань О.О. Особливості просторово-часового розподілу головних іонів, органічних речовин та біогенних елементів за течією р. Південний Буг. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2016. № 1 – 2 (25). С. 20 – 30.

14. Трохименко Г.Г., Магась Н.І. Оцінка якості води основних приток річки Південний Буг у межах Миколаївської області. Науковий вісник МДУ ім. В.О. Сухомлинського. 2016. Т. 24. №. 4 (1). С. 209 – 213.

15. Федюкіна Д.В., Трохименко Г.Г. Оцінка забруднення нафтопродуктами басейну Південного Бугу та Бузького лиману в Миколаївській області. Екологічна безпека. 2010. № 1. С. 23 – 27.

16. Chugai A., Safranov T. Assessment of technogenic loading on the surface water bodies of the separate regions of the North-Western Black Sea. Journal of Ecological Engineering. 2020. Vol. 21, Issue 5. P. 197 – 201.

17. Христин Ю.О., Наконечний І.В. Гідрологічний стан і сезонна мінералізація води річки Мертвовід у межах смт. Братське Миколаївської області. Агроєкологія. 2015. № 3. С. 45 – 51.

18. Христин Ю.О., Наконечний І.В. Сезонні рівні мінералізації та бактеріальної забрудненості води річки Мертвовід у середній ділянці течії. Матеріали науково-практичної конференції «Сучасні соціально-екологічні проблеми Сухого лиману та шляхи їх вирішення». Одеса, 2015. С. 35 – 42.

19. Христин Ю.О. Мінералізація та основні бактеріологічні показники води річки Мертвовід в межах смт. Братське. Д.І. Менделєєв та сучасність. Збірник тез доповідей. Миколаїв: МНУ ім. В.О. Сухомлинського, 2014. С. 17 – 18.

20. Чумаченко Г.К., Трохименко Г.Г. Оцінка якості води річки Мертвовід як однієї з приток Південного Бугу. Матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми екології та енергозбереження в суднобудуванні». Миколаїв: НУК, 2013. С. 76 – 77.

21. Щорічник. Регіональний офіс водних ресурсів у Миколаївській області. Електронний ресурс: URL: <https://mk-vodres.davr.gov.ua/> (дата звернення: 7.03.2021).

22. Екологічний паспорт Миколаївської області.

2018 рік. Електронний ресурс: URL: <https://data.gov.ua/dataset/5208054e-3395-4c02-bb9a-16506699716c/resource/2622e897-0321-4f8c-9e37-9b88e2ba9471/download/ecopassport2018.pdf> (дата звернення: 25.02.2021).

23. Гідрогеологічна карта України. Карти України. Електронний ресурс: URL: <http://geomap.land.kiev.ua/water.html> (дата звернення: 25.02.2021).

24. Інструктивна настанова № 480-Х «Визначення елементного складу природних і питних вод методом ICP-MS» при роботі з приладом Agilent 7500se. Електронний ресурс: URL: <http://icccwc.org.ua/center-of-collective-use-of-devices.html> (дата звернення: 2.09.2020).

25. GIS DATA – портал каталогізованих джерел геоданих, багатозарових е-карт, їх застосування для управління громадами/регіонами. Електронний ресурс: URL: <https://cid.center/gisdata/> (дата звернення: 2.09.2020).

26. Global Gis. Продукти та послуги. Електронний ресурс: URL: <http://globalgis.com.ua/products/> (дата звернення: 2.09.2020).

27. Програми. QGIS Desktop. Електронний ресурс: URL: <https://www.qgis.org/uk/site/about/features.html> (дата звернення: 10.09.2020).

28. Комплексний геоecологічний моніторинг впливу Ташлицької ГАЕС та Олександрівського водосховища. 1998 – 2016 рр. / За ред. Лисиченка Г.В. Київ, 2017. С. 47 – 59.

29. Костяков А.Н. Основы мелиораций. Москва: Государственное из-во сельскохозяйственной литературы, 1960. 189 с.

30. Заносова В. И., Молчанова Т. Я. Оценка качества подземных вод и степени их пригодности для орошения. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 6 (152). С. 49 – 53.

References

1. Vishnevsky, V. (2000) Rivers and reservoirs of Ukraine. Condition and use. Kyiv, 2000. 376 p. (in Ukrainian)

2. Long-term data on the regime and resources of land surface waters. Ukrainian SSR. Basins of the Western Bug, Danube, Dniester, Southern Bug (1985). Leningrad, 1985. T. 2. Issue 1. 524 p. (in Russian)

3. The state of groundwater in Ukraine: Shorichnyk (2018). Kyiv, 2018. 121 p. URL: http://geoinf.kiev.ua/wp/wpcontent/uploads/2018/07/2017_sajt.pdf (in Ukrainian)

4. Ukraine. Ecological-geographical atlas: atlas-monograph (2006) / Baranovsky, V. et al. Kyiv: Warta, 2006. 220 p. (in Ukrainian)

5. Water resources and river water quality of the Southern Bug basin (2009) / Ed. Khilchevsky, V. Kyiv: Nika-Center, 2009. 184 p. (in Ukrainian)

6. Regional office of water resources in the Nikolaev area. Water resources. URL: http://mk-vodres.davr.gov.ua/water_resources.

7. Resources of surface waters of the USSR. T. 6. Ukraine and Moldova. Issue 1. Western Ukraine and Moldova (without the Dniester basin) (1978). Leningrad: Gidrometeoizdat, 1978. S. 174 – 176. (in Russian)

8. Management plan of the river basin of the Southern Bug: analysis of the situation and priority measures (2014) / Afanasyev, S., Bedz, N., Bodnarchuk. T. et al. Kyiv: Publishing House LLC "SPE" Interservice ", 2014. 188 p. URL: https://mk-vodres.davr.gov.ua/sites/default/files/Bug_plan_final_2.pdf (in Ukrainian)

9. Assessment of the ecological status of the Southern Bug River in accordance with the requirements of the EU Water Framework Directive (2012) / Ed. Afanasyeva, S. Kyiv, 2012. 28 p. (in Ukrainian)

10. Gopchenko, E., Loboda, N. (2005). Water resources of the North-Western Black Sea coast (in natural and disturbed conditions by economic activity). Kiev: KNT, 2005. 188 p. (in Ukrainian)

11. Grebin, V. (2010). Modern water regime of rivers of Ukraine (landscape-hydrological analysis). Kyiv: Nika-Center, 2010. 316 p. (in Ukrainian)

12. Wuhan, O., Osadchy, V., Nabyvanets, Y., Osadcha, N., Glotka, D. (2015). Typification of surface waters of the Southern Bug basin by the content of major ions, nutrients, organic matter and dissolved oxygen. Scientific works of UkrNDGMI. 2015. Vip. 267. P. 46 – 56. (in Ukrainian)

13. Wuhan, O. (2016). Features of spatio-temporal distribution of major ions, organic substances and nutrients along the Southern Bug River. Man and the environment. Problems of neoecology. 2016. № 1 – 2 (25). P. 20 – 30. (in Ukrainian)

14. Trokhimenko, G., Magas, N. (2016). Assessment of water quality of the main tributaries of the Southern Bug river within the Nikolaev area. Scientific Bulletin of MSU V.O. Sukhomlinsky. 2016. T. 24. №. 4 (1). P. 209 – 213. (in Ukrainian)

15. Fedyukina, D., Trokhimenko, G. (2010). Assessment of oil pollution of the Southern Bug basin and the Bug estuary in the Mykolayiv region. Ecological safety. 2010. № 1. P. 23 – 27. (in Ukrainian)

16. Chugai A., Safranov T. Assessment of technogenic loading on the surface water bodies of the separate regions of the North-Western Black Sea. Journal of Ecological Engineering. 2020. Vol. 21, Issue 5. P. 197 – 201.

17. Khrystych, Yu., Nakonechny, I. (2015). Hydrological condition and seasonal mineralization of the water of the river Mertvovid within the village. Bratske of the Nikolaev area. Agroecology. 2015. № 3. P. 45 – 51. (in Ukrainian)

18. Khrystych, Yu., Nakonechny, I. (2015). Seasonal levels of mineralization and bacterial contamination of the Mertvovid River in the middle reaches. Proceedings of the scientific-practical conference "Modern socio-ecological problems of the Dry Estuary and ways to solve them" Odessa, 2015. P. 35 – 42. (in Ukrainian)

19. Khrystych, Yu. (2014). Mineralization and main bacteriological indicators of Mertvovid river water within the village. Fraternal. D.I. Mendeleev and modernity. Collection of abstracts. Mykolaiv: MNU named after V.O. Sukhomlinsky, 2014. P. 17 – 18. (in Ukrainian)

20. Chumachenko, G., Trokhimenko, G. (2013). Assessment of the water quality of the Mertvovid River as one of the tributaries of the Southern Bug. Proceedings of the V International Scientific and Technical Conference "Problems of Ecology and Energy Conservation in Shipbuilding". Mykolaiv: NUS, 2013. P. 76 – 77. (in Ukrainian)

21. Yearbook. Regional office of water resources in the Nikolaev area. URL: <https://mk-vodres.davr.gov.ua/>.

22. Ecological passport of the Nikolaev area. 2018. URL: <https://data.gov.ua/dataset/5208054e-3395-4c02-bb9a-16506699716c/resource/2622e897-0321-4f8c-9e37-9b88e2ba9471/download/ecopassport2018.pdf>. (in Ukrainian)

23. Hydrogeological map of Ukraine. Maps of Ukraine. URL: <http://geomap.land.kiev.ua/water.html>.

24. Instructional manual № 480-Х "Determination of the elemental composition of natural and drinking water by ICP-MS" when working with the device Agilent 7500se. URL: <http://icccwc.org.ua/center-of-collective-use-of-devices.html>.

25. GIS DATA - portal of cataloged sources of geodata, multilayer e-maps, their use for community/region management. URL: <https://cid.center/gisdata/>.

26. Global Gis. Products and services. URL: <http://globalgis.com.ua/products/>.

27. Programs. QGIS Desktop. URL: <https://www.qgis.org/uk/site/about/features.html>.

28. Comprehensive geocological monitoring of the impact of Tashlyk PSP and Oleksandivka Reservoir. 1998 – 2016 (2017) / Ed. Lisichenko, G. Kyiv, 2017. P. 47 – 59. (in Ukrainian)

29. Kostyakov, A. (1960). Basics of land reclamation. Moscow: State Agricultural Literature, 1960, 189 p. (in Russian)

30. Zanosova, V., Molchanova, T. (2017). Assessment of the quality of groundwater and the degree of their suitability for irrigation. Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2017. No. 6 (152). P. 49 – 53. (in Russian)