

УДК 502:504

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2022-2-7>

Юлія НАКОНЕЧНА

аспірант кафедри екології та охорони довкілля, Одеський державний екологічний університет, вул. Львівська, 15, м. Одеса, Україна, 65016

ORCID: 0000-0001-7903-8703

Ангеліна ЧУГАЙ

доктор технічних наук, професор, декан природоохоронного факультету, Одеський державний екологічний університет, вул. Львівська, 15, м. Одеса, Україна, 65016

ORCID: 0000-0002-8091-8430

Бібліографічний опис статті: Наконечна, Ю., Чугай, А. (2022). Гідроморфологічні та гідрохімічні особливості річки Чичиклія. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 2, 52–60, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2022-2-7>

ГІДРОМОРФОЛОГІЧНІ ТА ГІДРОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РІЧКИ ЧИЧИКЛІЯ

Річка Чичиклія є природним регулятором водного балансу гідрологічної системи у складі поверхневих водойм, підземних водних горизонтів, ґрунтів. Басейнова територія річки характеризується високим рівнем агрогосподарчої трансформації. Публікації щодо морфологічних, геологічних, гідрологічних і гідроекологічних особливостей р. Чичиклія обмежені. У роботі наведено результати дослідження гідроморфологічних характеристик р. Чичиклія та сучасного гідрохімічного стану вод. Виконано оцінку придатності вод річки для цілей зрошення. Вихідними матеріалами роботи є результати власних досліджень, виконаних у 2020 – 2022 рр., картографічні матеріали. Польові дослідження проведено в різні сезони при різних режимах водності водотоку. Отримано, що гідроморфологічний стан русла і заплави річки характеризується просторово-локальною та сезонною нерівномірністю. Води р. Чичиклія відрізняються змінними умовами розподілу гідрохімічних показників по сезонах і у просторі. Так, відзначаються високі рівні жорсткості, надмірна каламутність і значний вміст завислих речовин. Це свідчить про надвисокі обсяги збагаченого органікою і детритом стоку, що містить основні біогенні речовини. Відзначається підвищена присутність нітратів і сполук фосфору, рівень вмісту яких зростає саме при повенях. За результатами гідрохімічних спостережень перевищення ГДК відзначалось за показниками мінералізації, вмістом сульфатів, калію, магнію і фосфатів переважно у листопаді 2020 р. Відповідно до виявленої просторової динаміки падіння висот річища та зміни гідрохімічних показників вод на різних ділянках р. Чичиклія вона умовно поділяється на 4 ділянки. Оцінка придатності вод річки для зрошення за вмістом солей натрію, кальцію і магнію свідчить про можливість їх відповідного цільового використання. У сучасних умовах р. Чичиклія виконує роль природного регулятора накопичення і перерозподілу вологи та забезпечує питні потреби населення.

Ключові слова: гідроморфологічні особливості, зрошення, гідрохімічні показники, оцінка.

Yuliia NAKONECHNA

Postgraduate Student of the Department of Environmental Science and Environmental Protection, Odesa State Environmental University, Lvivska str., 15, Odesa, Ukraine, 65106

ORCID: 0000-0001-7903-8703

Angelina CHUGAI

Doctor of Science (Technical), Professor, Dean of Nature Protection Faculty, Odesa State Environmental University, Lvivska str., 15, Odesa, Ukraine, 65106

ORCID: 0000-0002-8091-8430

To cite this article: Nakonechna, Yu., Chugai, A. (2022). Hidromorfolohichni ta hidrokhimichni osoblyvosti richky Chychykliia [Hydromorphological and hydrochemical features of Chichikliya river]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 2, 52–60, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2022-2-7>

HYDROMORPHOLOGICAL AND HYDROCHEMICAL FEATURES OF CHICHIKLIYA RIVER

The Chichikliya River is a natural regulator of the water balance of the hydrological system in the composition of surface water bodies, underground water horizons, and soils. The basin area of the river is characterized by a high level of agricultural transformation. Publications on the morphological, geological, hydrological and hydroecological features of the Chichikliya River are limited. The paper presents the results of the study of the hydromorphological characteristics of the Chichikliya River and the current hydrochemical state of the waters. An assessment of the suitability of the river waters for irrigation purposes was carried out. The starting materials of the work are the results of own research carried out in 2020-2022, cartographic materials. Field studies were carried out in different seasons under different water regimes of the watercourse. It was found that the hydromorphological state of the river bed and floodplain is characterized by spatial-local and seasonal unevenness. The waters of the Chichikliya River differ in the changing conditions of the distribution of hydrochemical indicators by season and space. Thus, high levels of hardness, excessive turbidity and a significant content of suspended substances are noted. This indicates extremely high volumes of runoff enriched with organic matter and detritus, containing the main biogenic substances. There is an increased presence of nitrates and phosphorus compounds, the level of which increases precisely during floods. According to the results of hydrochemical observations, the exceedance of the MPC was noted for indicators of mineralization, the content of sulfates, potassium, magnesium and phosphates mainly in November 2020. According to the revealed spatial dynamics of the drop in the height of the river and changes in the hydrochemical parameters of the waters in different sections of the Chichikliya River, it is conditionally divided into 4 sections. Assessment of the suitability of river waters for irrigation based on the content of sodium, calcium and magnesium salts indicates the possibility of their appropriate targeted use. In modern conditions, the Chichikliya River performs the role of a natural regulator of moisture accumulation and redistribution and provides the drinking needs of the population.

Ключові слова: *hydromorphological features, irrigation, hydrochemical indicators, assessment.*

Вступ. Витоки р. Чичиклія, що протікає в межах північно-західних районів Миколаївської області, знаходяться на південних відрогах Подільської височини, відділених від її західного масиву широтно розташованою долиною р. Кодима. Функціонально – це дренуючий водотік північно-східної частини Тилігуло-Бузького межиріччя, утворений поєднанням декількох дрібно-локальних гідрографічних мереж (рис. 1). Водозбірна площа річки являє собою акумулятивно-денудаційну, слабо нахилу на південний схід одноманітну лесову рівнину, покрану глибокими балками та ярами (густота ерозійного розчленування 0,4 км/км²) при середній крутизні схилів – 7 – 12 ° (максимум 16°).

Живлення Чичиклії переважно снігове, що спричиняє сезонний характер проточності, динаміка якого прямо залежить від кліматичних особливостей року. Сучасні параметри водності невідомі, проте в кінці минулого сторіччя під час весняного повноводдя (березень) обсяг витрат води, фіксованих на гідропосту с. Мостове коливався від 1,9 м³/с (1973 р.) до 318 м³/с (1969 р.) (Многолетние данные..., 1985).

Всі ланки гідрографічної мережі р. Чичиклія належать Тилігуло-Бузькому межиріччю, водовідведення з якого забезпечено розвинутою річково-балковою системою, «успадкованою» з плейстоцену. Специфіка місцевого

орогенезису зумовлює переважання форм флювіального рельєфу, який в умовах безхмарного неба і високої вітрової активності стимулює інтенсивне випаровування схилового стоку. Наслідком є незворотні втрати більшої частини атмосферної вологи, що є досить відчутним на фоні дефіциту літніх опадів (від 17 до 140 – 210 мм) та негативного водного балансу місцевості (Гопченко, Лобода, 2005). Нестача вологи в поєднанні з літологічною і гідрогеологічною структурою річкової долини визначають основні характеристики водотоку – проточність, сезонні та просторові зміни водності, гідрохімічний склад, вплив підземного живлення, стан зволоженості, біотопічну структуру заплави тощо. Також обводненість окремих ділянок річки навіть у межах одного сезону настільки нерівномірною, що пояснити їх лише просторовою специфікою співвідношень «поверхневий стік – інфільтраційні втрати» неможливо.

Окрім цього, в умовах сезонної проточності р. Чичиклія на протязі року утримує підземний стік, локалізований в алювіальних товщах терас і тальвегу, забезпечуючи через колодязі та свердловини питні потреби місцевого населення. Підземні води в межах водозбору, проявляючи гідравлічний зв'язок з поверхневими водами, формують єдиний підземний горизонт, дренований долиною Чичиклії та суміжними балками (Шинкаревський, Рубан, 2005). Тому



Рис. 1. Розташування та межі басейну р. Чичиклія

поверхневий вододефіцит у межах водозбору не лише припиняє стокове живлення і проточність річки, а в значній мірі гальмує поповнення, водний баланс і нормалізацію гідрохімічного режиму підземних водних горизонтів, задіяних на Чичиклію.

Так, досліджуваний водотік забезпечує не лише водовідведення і дренацію степових місцевостей, а в більшій мірі є природним регулятором водного балансу динамічної гідрологічної системи у складі поверхневих водойм, підземних водних горизонтів, ґрунтів тощо. Враховуючи високий рівень агрогосподарчої трансформації басейнової території, проведення обстежень умов функціонування з метою оцінки стану р. Чичиклія є актуальною задачею.

Огляд публікацій щодо морфологічних, геологічних, гідрологічних і гідроекологічних особливостей р. Чичиклія демонструє їх обмеженість. Недостатня вивченість загалом закономірна для річок Тилігуло-Бузького межиріччя, що являють собою переважно сезонно-тимчасові водотоки без особливих водогосподарчих перспектив. Основні характеристики їх водності, гідрохімічного складу води і сезонної динаміки стоку відомі лише з гідрологічних довідників минулого сторіччя (Ресурси..., 1978). Деяко більш об'ємними є звітні дані щодо розвідки та оцінки підземних водних запасів у басейні р. Чичиклія, представлені в звітах організацій (Федосова, 1992) і в щоріч-

никах Державної служби геології та надр України (2021, 2019).

Окремі характеристики даного водотоку, як притоки Південного Бугу, наведені у роботах В.М. Тимченко (1990), В.К. Хільчевського зі співавторами (2009, 2014, 2019), О.О. Ухань зі співавторами (2015, 2016). Поточні оперативно-ситуаційні дані щодо стану річки та її вод періодично розміщуються на офіційних сайтах Регіонального офісу водних ресурсів Миколаївської області і Басейнового управління водних ресурсів р. Південний Буг. Проте новітні публікації саме по Чичиклії, за винятком роботи (Єна, 2018) щодо оцінок бактеріологічного забруднення річкової води, практично відсутні.

Матеріали і методи досліджень. Враховуючи маловодність, значну величину водозбору та значимість р. Чичиклія в системі водозабезпечення місцевого населення, метою роботи є дослідження гідроморфологічних характеристик водотоку та сучасного гідрохімічного стану вод.

Вихідними матеріалами роботи є результати власних досліджень, виконаних у 2020 – 2022 рр., а також дані літературних і фондových джерел інформації. Крім того, використані картографічні матеріали зі спеціалізованих сайтів. Дані щодо рельєфу, орографії, пересічних і абсолютних висот досліджуваної місцевості фіксовані на основі використання геоportалу Gis Map Server, версія mapserver 7.0.7

(MapServer, 2018). Для картографування польових маршрутів і реперних точок у зоні досліджень використані можливості кроссплатформеної геоінформаційної системи QGIS ver.2.19.2 (QGIS Desktop..., 2022).

Польові, маршрутно-оглядові дослідження проведено в різні сезони при різних режимах водності водотоку. Проби води відбирали у верхів'ях (ставок с. Краснопіль), у середній ділянці (околиця смт. Миколаївка і ставок в смт. Веселинове) і в пониззі (с. Покровка). Хімічний аналіз відібраних проб виконували в спеціалізованій лабораторії води, сертифікованої на відповідність вимогам ДСТУ ISO/IEC 17025 (структурний підрозділ кафедри екологічної хімії Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв).

Для оцінки придатності вод для зрошення були використані відомі методики. Так, води за рівнем безпеки осолонцювання І.М. Антипов-Каратаєв і Г.М. Кадер запропонували виконувати за таким співвідношенням:

$$K = (Ca^{2+} + Mg^{2+}) / Na^{+} \geq 0,23M, \quad (1)$$

де M – загальна мінералізація води, г/дм³; Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} – концентрація катіонів, ммоль/дм³.

Так, при $K < 0,23M$ вода непридатна для зрошення ґрунтів, і можуть початися процеси їх осолонцювання (Сніжко, 2001).

Департамент сільського господарства США пропонує визначати коефіцієнт осолонцювання SAR за формулою (Сніжко, 2001):

$$SAR = rNa^{+} / [(rCa^{2+} + rMg^{2+}) / 2]^{0.5}, \quad (2)$$

де rNa^{+} , rCa^{2+} , rMg^{2+} – концентрація катіонів солей, мг-екв/дм³.

При значенні $SAR \leq 10$ – вода доброї якості (низька небезпека осолонцювання ґрунтів); $10 < SAR \leq 18$ – середньої якості (середня небезпека осолонцювання); $18 < SAR \leq 25$ – незадовільної якості (висока небезпека осолонцювання); $SAR > 25$ – вода дуже незадовільної якості (дуже висока небезпека осолонцювання).

Результати дослідження та їх обговорення.

На основі маршрутно-польових обстежень гідрографічної мережі р. Чичиклія, виконаних в умовах різних режимів водності, встановлено, що реальна гідроморфологічна специфіка верхньої частини водотоку потребує суттєвої деталізації. Так, при виконанні оглядових маршру-

тів навесні та влітку 2021 р. в умовах значного дощового зволоження (+56 % до середніх багаторічних) виявлено, що суходільне верхів'я річки має не одну, а три основних гілки.

Влітку 2021 р. всі гілки витоків, започаткованих у місцях виходу підземних вод, демонстрували струмково-проточний режим і бурхливий розвиток рослинного покриву. Найвище розташовані витoki фіксовані на висотах 193, 190 і 188 м за декілька метрів на південь від лінії водорозділу з басейном р. Кодима (рис. 2). Цій межі на місцевості чітко відповідає розташування насипу двосторонньої залізничної колії між станціями Солтановка-Любашівка-Болгарка. Поряд, за 350 – 300 м на захід від правої гілки витоків р. Чичиклія відзначені аналогічні лощини водовідведення, але спрямовані вже на ліві витoki р. Тилігул (басейн річок Причорномор'я).

Загалом, вся верхня частина річкової долини украй мінлива за показниками зволоження, що визначається впливом підземного живлення. Також неоднорідність верхньої частини водотоку є свідченням її залежності від геоморфологічної та гідрогеологічної специфіки окремих ділянок.

Гирло річки знаходиться поблизу с. Покровка Веселинівського району – в плавнях правого берегу р. Південний Буг, на 187 м нижче від рівня витоків. Польовими дослідженнями встановлено, що сучасний рельєф басейнової території р. Чичиклія, сформований в умовах переважання довготривалих ерозійно-денудаційних знижень (Палієнко та ін., 2005), відрізняє переважання акумулятивних форм. Їх природний розвиток упродовж минулого сторіччя був стимульований польовою трансформацією степів, оранка яких започаткувала посилену ерозійно-делювіальну міграцію ґрунту до понижень рельєфу. Активні водно-ерозійні процеси в полях на лесовому підґрунті зумовили потужні розмиви схилівих земель і посилення яружності. Незворотні втрати вологи через випаровування зумовлені й чисельними ставками, створеними в долині річки та на її притоках із метою водонакопичення та регуляції стоку.

Потрібно також відзначити, що в останні роки процеси водно-ерозійної деградації схилівих земель набувають розширення. При загально-великій частці оранки в структурі

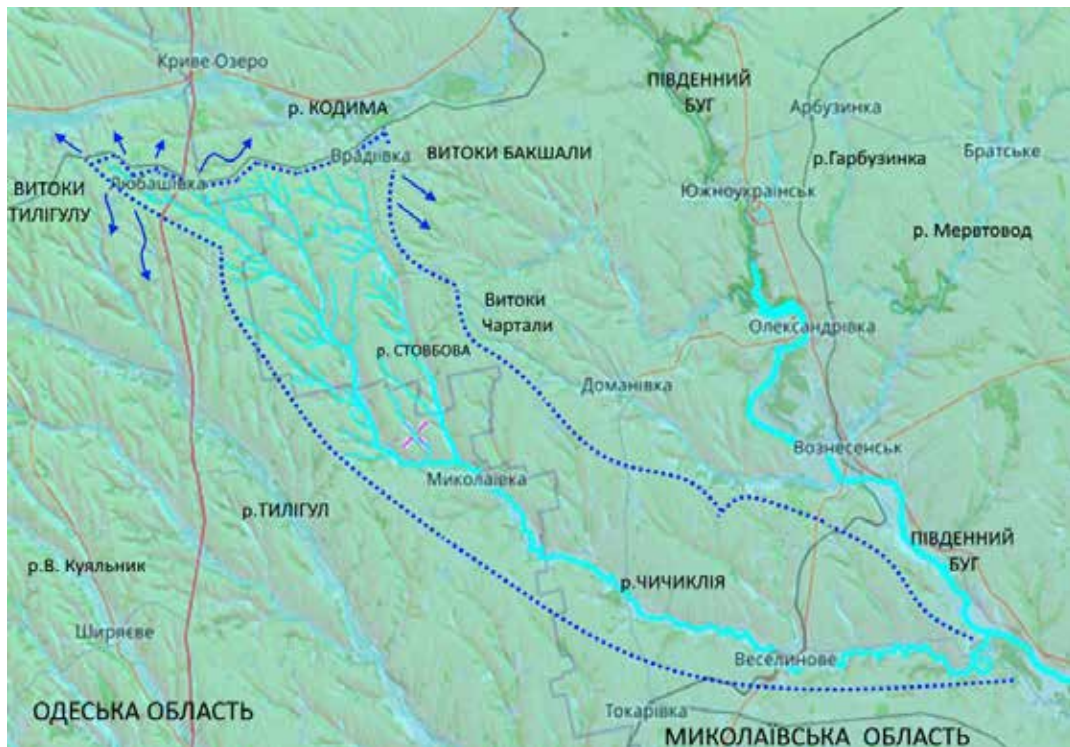


Рис. 2. Мережа витоків р. Чичиклія та межі її водозбору (пунктирна лінія блакитного кольору) (Мета. Карти України, 2022)

земельних угідь (67 – 72 %) території водозбору, де переважає флювіальний рельєф, змив чорнозему місцями перевищує 10 т/га (Сташук та ін., 2014).

Також, специфіка просторового розташування витоків і гирла р. Чичиклія є причиною формування в ґрунтах заплави і тальвегу міграційного коридору для ґрунтово-сольових розчинів, які потрапляють із поверхневим і підземним стоком. Рівні накопичення ґрунтово-сольових сполук закономірно зростають вниз за течією і найбільшої потужності набувають у пониззі. Це може спричинити зростання мінералізації ґрунтів і забруднення підземних горизонтів саме в нижніх ділянках руслової мережі.

Гідрохімічні дослідження вод р. Чичиклія проводились за вмістом 15 показників якості вод. Загальний аналіз показав, що води річки характеризуються високими рівнями жорсткості, надмірною каламутністю і значним вмістом завислих речовин (від 190 до 810 мг/дм³). Вказані особливості акцентують увагу щодо надвисоких обсягів збагаченого органікою і детритом стоку, який містить основні біогенні речовини. Відзначається підвищена присутність нітратів і сполук фосфору, рівень вмісту яких зростає саме при повенях. У разі

їх потрапляння з антропогенних джерел (стоки з населених пунктів) вони мали б позитивну динаміку вмісту в меженний період. Потрібно також відмітити, що гідрохімічні властивості вод р. Чичиклія як сезонно проточної річки важко піддаються статичним узагальненням, оскільки цілісний водотік існує лише в період водопілля.

На рис. 3 – 7 наведено графіки зміни концентрацій окремих показників, по яких відзначались перевищення *ГДК*. Як видно, за показниками мінералізації (рис. 3), вмісту сульфатів (рис. 4) і калію (рис. 6) перевищення відзначались лише у листопаді 2020 р. Вміст магнію (рис. 5) також був підвищений в інші періоди в районі смт. Миколаївка. Вміст фосфатів (рис. 7) перевищував нормативи в тому числі у березні і квітні 2021 р. у верхів'ї і середній частині річки.

Відповідно до виявленої просторової динаміки падіння висот річища та зміни гідрохімічних показників вод на різних частинах руслової системи Чичиклії, її можливо умовно поділити на 4 ділянки (рис. 8) з поділом першої на 3 субділянки А, Б, С.

Також отримані дані щодо вмісту окремих гідрохімічних показників дозволили нам вико-

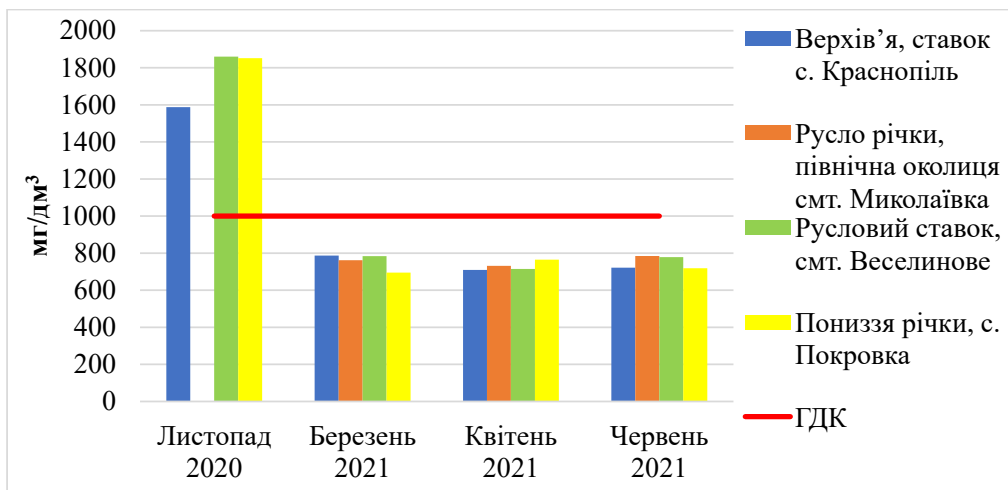


Рис. 3. Мінералізація вод р. Чичиклія

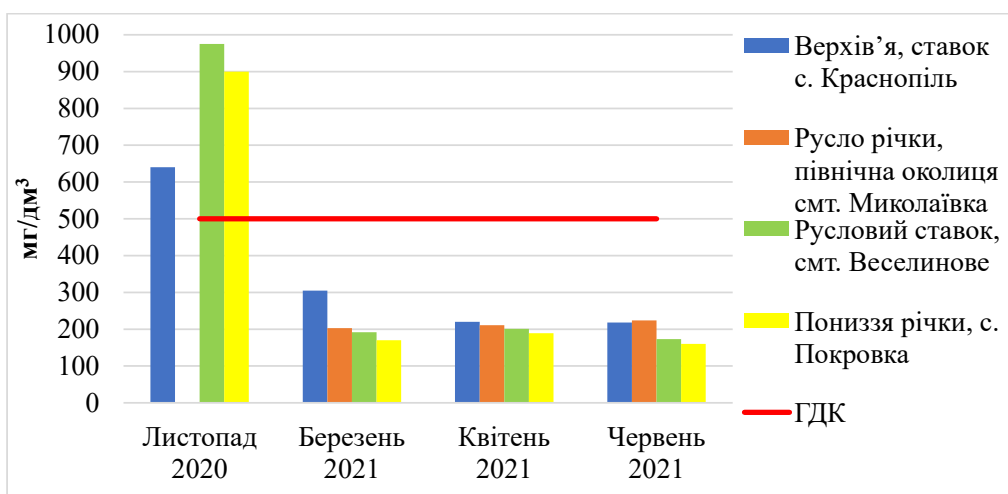


Рис. 4. Вміст сульфатів у водах р. Чичиклія

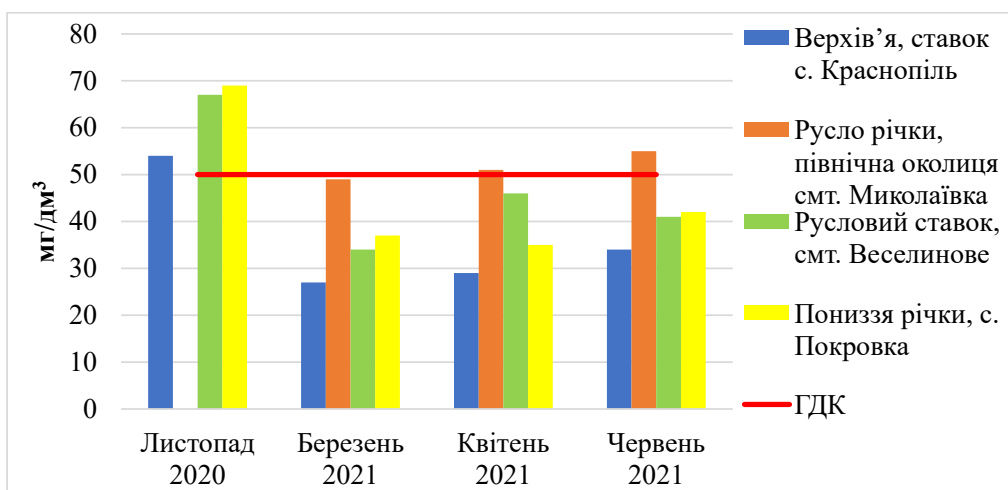


Рис. 5. Вміст магнію у водах р. Чичиклія

нати оцінку придатності вод р. Чичиклія для зрошення. Так, отримано, що показник $K = 1,91$, і це значення більше $0,23M$ ($0,999 \text{ г/дм}^3$). Тобто вода є придатною для цілей зрошення.

Також значення показника $SAR \leq 10$ ($1,05$), що також свідчить, що вода р. Чичиклія характеризується як вода доброї якості з низькою небезпекою до осолонцювання.

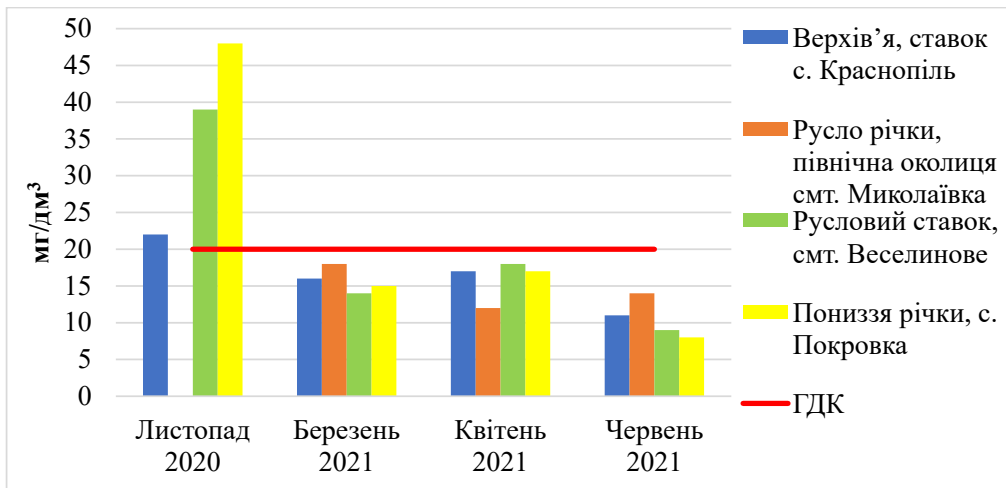


Рис. 6. Вміст калію у водах р. Чичиклія

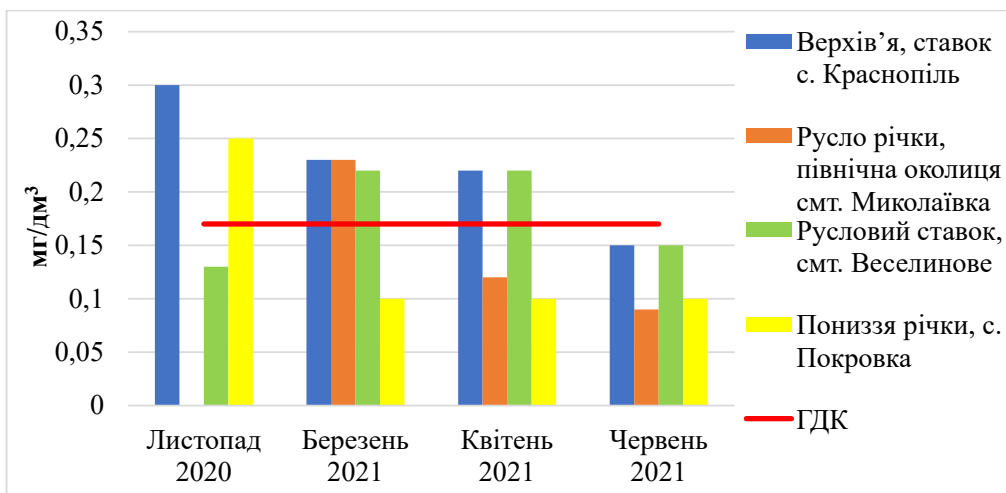


Рис. 7. Вміст фосфатів у водах р. Чичиклія



Рис. 8. Умовний поділ р. Чичиклія на геоморфологічно та гідрохімічно різні ділянки (OSM..., 2022)

Зрозуміло, що використання вод річки для зрошення значних площ не розглядається, оскільки, як зазначалось вище, запаси вод на протязі року є вкрай нерівномірними.

Висновки.

1. Річка Чичиклія являє собою просторово та сезонно нестабільний комплекс у вигляді каскаду суходільних і обводнених ділянок.

2. Гідроморфологічний стан русла і заплави річки відрізняє виражена просторово-локальна та сезонна нерівномірність, зумовлена комплексом кліматичних і гідрогеологічних умов.

3. Води р. Чичиклія відрізняються змінним просторовим і сезонним розподілом гідрохімічних показників, що залежить від проточності та

кліматичних умов конкретної ділянки водотоку. За результатами гідрохімічних спостережень перевищення *ГДК* відзначалось за показниками мінералізації, вмістом сульфатів, калію, магнію і фосфатів.

4. Оцінка придатності вод р. Чичиклія для зрошення за отриманими даними спостережень свідчить про можливість їх відповідного цільового використання.

5. У сучасних умовах р. Чичиклія зберігає роль природного регулятора накопичення і перерозподілу вологи в системі поверхнево/підземного водообміну, забезпечуючи цим питні потреби населення, і слугує однією з останніх природних арен існування місцевої біоти.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Украинская ССР. Бассейны З. Буга, Дуная, Днестра, Ю. Буга. Ленинград, 1985. Т. 2. Вып. 1. 524 с.
2. Гопченко Е.Д., Лобода Н.С. Водные ресурсы Северо-Западного Причерноморья (в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях). Киев, 2005. 188 с.
3. Шинкаревський М.А., Рубан С.А. Гідрогеологічні оцінки та прогнози режиму підземних вод України. Київ, 2005. 571 с.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР. Описание рек и озёр и расчёты основных характеристик их режима. Т. 6. Украина и Молдавия. Вып. 1. Западная Украина и Молдавия (без бассейна р. Днестра). Ленинград: Гидрометеоздат, 1978. С. 176 – 179.
5. Федосова Е.В. Детальные поиски подземных вод для водоснабжения Доманевского и Вознесенского районов Николаевской области. Одесса, 1992. 123 с. URL: <https://nadra.gov.ua/bd/reportfzv/53751> (дата звернення: 22.05.2022).
6. Єна М.С. Оцінка антропогенного забруднення водної екосистеми річки Чичиклії. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 100. Т. 1. С. 302 – 306.
7. MapServer. Графічний сервер для програми ГІС 6, Map Draw 2 і Gis Web Client (Documentation Release 7.0.7). The MapServer Team 2018-07-27. URL: <https://download.osgeo.org/mapserver/docs/MapServer-70.pdf> (дата звернення: 14.02.2022).
8. QGIS Desktop – настільна ГІС для створення, редагування, візуалізації, аналізу і публікації геопросторової інформації. URL: <https://www.qgis.org/uk/site/about/features.html> (дата звернення: 14.02.2022).
9. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. Київ: Ніка-Центр, 2001. 262 с.
10. Карти України. URL: <https://map.meta.ua/#zoom=11&lat=47.097&lon=33.21428&base=B00&sl=od-1> (дата звернення: 15.03.2022).
11. Палієнко В.П., Матошко А.В., Барщевський М.Є. Сучасна динаміка рельєфу України. Київ: Наукова думка, 2005. 268 с.
12. Сташук В.А., Мокін В.Б., Гребінь В.В., Чунар'єв О.В. *Наукові засади раціонального використання водних ресурсів України за басейновим принципом: монографія*. Херсон: Грін' Д.С., 2014. С. 48 – 49.
13. OSM. UA. URL: <https://tiles.openstreetmap.org.ua/#11/47.0762/32.7386> (дата звернення: 25.03.2022).

REFERENCES:

1. Mnogoletnie dannyye o rezhime i resursah poverhnostnyih vod sushi. Ukrainskaya SSR. Basseynyi Z. Buga, Dunaya, Dnestra, Yu. Buga. (1985). [Long-term data on the regime and resources of land surface waters. Ukrainian SSR. Basins of the W. Bug, Danube, Dniester, S. Bug]. Leningrad, 2 (1). [in Russian]
2. Gopchenko E.D., Loboda N.S. (2005). Vodnyie resursyi Severo-Zapadnogo Prichernomor'ya (v estestvennyih i narushennyih hozyaystvennoy deyatelnostyu usloviyah) [Water resources of the North-Western Black Sea region (in natural and disturbed by economic activity conditions)]. Kiev. [in Russian]
3. Shynkarevskiy M.A., Ruban S.A. (2005). Hidroheolohichni otsinky ta prohnozy rezhymu pidzemnykh vod Ukrainy. [Hydrogeological assessments and forecasts of the underground water regime of Ukraine]. Kyiv. [in Ukrainian]

4. Resursyi poverhnostnyih vod SSSR. Opisanie rek i ozYor i raschYoty osnovnyih karakteristik ih rezhima. T. 6. Ukraina i Moldaviya. Vyip. 1. Zapadnaya Ukraina i Moldaviya (bez basseyna r. Dnestra). (1978). [Resources of surface waters of the USSR. Description of rivers and lakes and calculations of the main characteristics of their regime. T. 6. Ukraine and Moldova. Issue. 1. Western Ukraine and Moldova (without the Dniester river basin)]. Leningrad. [in Russian]
5. Fedosova E.V. (1992). Detalnyiye poiski podzemnyih vod dlya vodosnabzheniya Domanevskogo i Voznesenskogo rayonov Nikolaevskoy oblasti. [Detailed search for groundwater for water supply in the Domanevsky and Voznesensky districts of the Mykolaiv region]. Odessa. Retrieved from: <https://nadra.gov.ua/bd/reportfzv/53751>. [in Russian]
6. Iena M.S. (2018). Otsinka antropohennoho zabrudnennia vodnoi ekosystemy richky Chychyklii. [Assessment of anthropogenic pollution of the water ecosystem of the Chichiklia River]. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 100 (1), 302 – 306. [in Ukrainian]
7. MapServer. Hrafichniy server dlia prohramy HIS 6, Map Draw 2 i Gis Web Client (Documentation Release 7.0.7). The MapServer Team 2018-07-27. (2018). [MapServer. Graphics server for GIS 6, Map Draw 2 and Gis Web Client (Documentation Release 7.0.7). The MapServer Team 2018-07-27]. Retrieved from: <https://download.osgeo.org/mapserver/docs/MapServer-70.pdf>.
8. QGIS Desktop – nastilna HIS dlia stvorennia, redahuvannia, vizualizatsii, analizu i publikatsii heoprosorovoi informatsii. (2022). [QGIS Desktop – desktop GIS for creating, editing, visualizing, analyzing and publishing geospatial information]. Retrieved from: <https://www.qgis.org/uk/site/about/features.html> [in Ukrainian]
9. Snizhko S.I. (2001). Otsinka ta prohnozuvannia yakosti pryrodnykh vod. [Assessment and forecasting of natural water quality]. Kyiv. [in Ukrainian]
10. Karty Ukrainy. (2022). [Maps of Ukraine]. Retrieved from: <https://map.meta.ua/#zoom=11&lat=47.097&lon=33.21428&base=B00&sl=od-1>. [in Ukrainian]
11. Paliienko V.P., Matoshko A.V., Barshchevskiy M.Ie. (2005). Suchasna dynamika reliefu Ukrainy. [Modern dynamics of the topography of Ukraine]. Kyiv. [in Ukrainian]
12. Stashuk V.A., Mokin V.B., Hrebin V.V., Chunarov O.V. (2014). Naukovi zasady ratsionalnogo vykorystannia vodnykh resursiv Ukrainy za basinovym pryntsyom: monohrafiia. [Scientific principles of rational use of water resources of Ukraine according to the basin principle: monograph]. Kherson. [in Ukrainian]
13. OSM. UA. (2022). Retrieved from: <https://tiles.openstreetmap.org.ua/#11/47.0762/32.7386>.