

52. Skowron, R., & Piasecki, A. (2012). Changes of water resources and lake floor geometry of Gopło and Ostrowskie Lakes as the result of anthropopressure. *Anthropogenic and natural transformations of lakes* (Grzeškowiak, A. & Nowak, B., eds.), 95–97. Poznań: Institute of Meteorology and Water Management - National Research Institute Press.
53. Szukalski, J. (1956). O zaniku jezior w Polsce. *Geografia w Szkole, IX*. Warszawa.
54. Terasmaa, J. (2011). Lake basin development in the Holocene and its impact on the sedimentation dynamics in a small lake (southern Estonia). *Estonian Journal of Earth Sciences*, 60, 159–171. <https://doi.org/10.3176/earth.2011.3.04>
55. Vainu, M., & Terasmaa, J. (2014). Changes in climate, catchment vegetation and hydrogeology as the causes of dramatic lake-level fluctuations in the Kurtna Lake District, NE Estonia. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 63, 45–61. <https://doi.org/10.3176/earth.2014.0>
56. Valta-Hulkkonen, K., Kanninen, A., & Pellikka, P. (2004). Remote sensing and GIS for detecting changes in the aquatic vegetation of rehabilitated lake. *International Journal of Remote Sensing*, 25, 5745–5758. <https://doi.org/10.1080/01431160412331291170>
57. Zuzuk, F. V., Koloshko, L. K., & Karpyuk, Z. K. (2012). Drained lands of the Volyn region and their protection. *Lutsk*, 294. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редколегії
25.04.2023 р.

УДК 551.5:061.1

DOI <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2023.1.02>

Валентин Хільчевський

доктор географічних наук, професор,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
hilchevskiy@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7643-0304>

Мирослава Забокрицька

кандидат географічних наук, доцент,
Волинський національний університет імені Лесі Українки
mirazabor@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6045-2936>

Людмила Плічко

доктор філософії з галузі знань природничі науки, асистент,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
PlichkoL@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6779-0236>

Олена Шевчук

магістрант географічного факультету,
Волинський національний університет імені Лесі Українки
olenkasevcuk587@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7508-8057>

**ХІМІЧНИЙ СКЛАД ВОДИ ТА ЙОННИЙ СТІК РІЧОК ЗАХІДНИЙ БУГ, НАРЕВ
ТА ВІСЛА (БАСЕЙН БАЛТІЙСЬКОГО МОРЯ)**

Анотація. Метою цієї публікації є характеристика хімічного складу води (за головними йонами та мінералізацією), а також йонного стоку річок Західний Буг, Нарев та Вісла (територія Польщі та України). Використано дані моніторингу гідрометеорологічних організацій ДСНС України по гідропостах на р. Західний

Буг (1971–2019 рр.), матеріали Басейнового управління водних ресурсів річок Західного Бугу Держводагентства України, публікації вітчизняних та польських учених. Встановлено, що порівняно зі середньорічною мінералізацією води р. Західний Буг (539 мг/дм^3) вода р. Нарев та р. Вісла має дещо менші значення цього показника, відповідно 379 мг/дм^3 і 449 мг/дм^3 . Розрахований загальний йонний стік трьох річок становить, $n \cdot 10^3 \text{ т на рік}$: Західний Буг – 2587; Нарев – 4025; Вісла – 13827 (до Балтійського моря). Показник йонного стоку становить ($\text{т/км}^2/\text{рік}$): Західний Буг – 65,5; Нарев – 52,4; Вісла – 76,0.

Ключові слова: Західний Буг, Нарев, Вісла, транскордонна річка, хімічний склад води, йонний стік.

Khilchevskiy Valentyn, Zabokrytska Myroslava, Plichko Liudmyla, Shevchuk Olena. CHEMICAL COMPOSITION OF WATER AND ION FLOW OF RIVERS WESTERN BUG, NAREV AND VISTULA (BALTIC SEA BASIN)

Abstract. The purpose of this publication is to characterize the chemical composition of water (by main ions and mineralization), as well as the ionic runoff of the Western Bug, Narew, and Vistula rivers (the territory of Poland and Ukraine). Data from the monitoring of hydrometeorological organizations of the State Service of Ukraine for emergency situations at hydrological stations on the Western Bug River (1971-2019), materials of the Basin Management of Water Resources of the Western Bug Rivers of the State Water Agency of Ukraine, publications of domestic and Polish scientists were used. Applied methods of statistical processing of data of observed series, method of calculation of ion flow.

The ionic composition of the basin's river waters is genetically related to poorly soluble carbonate rocks lying on its catchment. Correspondingly, HCO_3^- and Ca^{2+} ions prevail in water in all seasons of the year. The waters of the Vistula basin belong to the hydrocarbonate class of the type II calcium group. According to the parameters of the salt block, the water in Western Bug mainly belongs to 1-2 categories of I and II quality classes and is characterized as «excellent», «very good» water. But the integral indicator of the environmental condition of the Western Bug river indicates that the water in the river belongs to the 4th category, III class «satisfactory» in terms of condition and «moderately polluted» in terms of purity.

It was established that the average mineralization of river water is: Western Bug – 539 мг/дм^3 ; Narew – 379 мг/дм^3 ; Vistula – 449 мг/дм^3 . The calculated total ion flow of three rivers is $n \cdot 10^3 \text{ т per year}$: Western Bug – 2587; Narew – 4025; Vistula – 13827 (to the Baltic Sea). The obtained indicator of ion flow ($\text{т/км}^2/\text{year}$): Western Bug – 65.5; Narew – 52.4; Vistula – 76.0. The share of the ion flow of the Western Bug in the ion flow of Narew is 64%, in the ion flow of the Vistula – 19%. The share of the Narew ion flow in the Vistula ion flow is 19 %.

The novelty of the research lies in the complex approach to the study of the hydrochemical conditions of three rivers – Western Bug, Narew, and Vistula, since before this, in Ukrainian scientific literature, as a rule, the section of the Western Bug was considered on the territory of Ukraine.

Key words: Western Bug, Narew, Vistula, transboundary river, chemical composition of water, ion flow.

Актуальність. Згідно гідрографічного районування України, на її території виділено дев'ять районів річкових басейнів [6], одним із яких є район басейну Вісли, з території якого річковий стік направлений у Балтійське море (близько 2,5 % території України). Вісла – найважливіша та найдовша річка в Польщі та друга в басейні Балтійського моря після річки Неви [4]. Протікає через всю Польщу з півдня на північ, утворює дельту при впадінні в Балтійське море. Вісла має притоки, які розташовані на території сусідніх держав (Україна, Білорусь, Словаччина). В Україні басейн річки Вісла представлений переважно транскордонною річкою Західний Буг, яка впадає в Польщі в річку Нарев, яка, у свою чергу, є правою притокою Вісли.

Міжнародний (транскордонний) статус річки забезпечує співпрацю в басейні річки між відповідними країнами та сприяє взаєморозумінню. У 40 країнах світу, включаючи Україну, понад 50 % річкового стоку залежить від транзиту із сусідніх країн. Тому гідроекологічні дослідження та співпраця у транскордонних басейнах річок є надзвичайно важливим завданням.

Стан вивчення питання. Гідролого-гідрохімічні дослідження українських авторів зосереджені, переважно, на українській ділянці Західного Бугу. Серед цих праць варто відзначити фундаментальну монографію [3], в якій охарактеризовано гідроекологічний стан басейну Західного Бугу на території України за даними багаторічних спостережень. Деякі публікації як вітчизняних дослідників, так і зарубіжних, присвячені оцінюванню якості води та динаміки вмісту забруднювальних речовин у річкових водах Західного Бугу [9; 11; 12; 16; 19–21]. Приділено також увагу абіотичній типізації річок й озер української частини басейну Вісли та її

порівняння з результатами польських досліджень [7; 14; 15]. У публікаціях польських авторів висвітлено хімічний склад та антропогенний вплив на нього по р. Нарев [18] та р. Вісла [17].

Мета дослідження – характеристика хімічного складу води (за головними йонами та мінералізацією), а також йонного стоку річок Західний Буг, Нарев та Вісла (територія Польщі та України).

Методи дослідження – застосовано методи статистичної обробки даних рядів спостережень, методику розрахунку йонного стоку.

Використані матеріали – дані моніторингу гідрометеорологічних організацій ДСНС України по гідропостах на р. Західний Буг (1971–2019 рр.), матеріали Басейнового управління водних ресурсів річок Західного Бугу Держводагентства України [1], публікації вітчизняних та зарубіжних учених.

Виклад основного матеріалу.

Співробітництво в басейнах транскордонних річок. Річка або озеро є міжнародними (транскордонними), якщо їхня площа водозбору та водні ресурси спільно використовуються двома або більше державами.

В 1996 р. було підписано угоду між Урядом України та Урядом Республіки Польща про співробітництво в галузі водного господарства в басейні р. Західний Буг, яка набрала чинності з 1999 р. Після 2022 р., коли Україна набула статусу країни-кандидата в члени Європейського Союзу, співробітництво в басейнах транскордонних річок, пов'язаних із країнами-членами ЄС, набуває особливого значення.

Принцип міжнародного управління полягає в тому, що вирішення проблем, пов'язаних із водними ресурсами, стосується цілого басейну як єдиної одиниці управління та планування, в недопущенні критичних змін у басейні певною країною в односторонньому порядку [4].

Інтегроване управління водними ресурсами також є інструментом транскордонного співробітництва, яке сприяє діалогу та формуванню спільних інтересів між прибережними державами басейну, пов'язуючи низку життєво важливих видів діяльності (сільське господарство, промисловість, рекреацію, здоров'я людини тощо). Варто зазначити, що на міжнародному рівні було укладено дві конвенції: 1) з охорони транскордонних водотоків та міжнародних озер (Гельсінська конвенція, 1992 р.); 2) про право на несудноплавні види використання міжнародних водотоків (Нью-Йоркська конвенція, 1997 р.).

Також у Водній рамковій директиві ЄС 2000 р. (ВРД ЄС) є три основні аспекти транскордонного управління, які займають центральне місце у ВРД й можуть також розглядатися як важливі кроки для покращення транскордонного управління водними об'єктами в Європі [8].

1. Налагодження співробітництва: ВРД вимагає, щоб держави-члени здійснювали управління річками та озерами відповідно до меж річкових басейнів, координували свої дії, щоб забезпечити статус міжнародного річкового басейну, якщо він охоплює територію більше ніж однієї держави-члена.

2. Отримання даних та моніторинг: орган управління річкового басейну, згідно зі статтею 5 ВРД, зобов'язаний надавати всі дані про природні характеристики кожного річкового басейну. Ця вимога задовольняє потребу в збиранні корисної та актуальної інформації, максимальному спрощенні та ефективності процесу обміну інформацією з використанням сучасних технологій.

3. Плани заходів: план управління річковим басейном має бути складений для кожного району річкового басейну. Ця робота має включати заходи, які необхідно вжити для досягнення мети – доброї якості довкілля на території басейну (екологічний стан, кількісний стан, хімічний стан), збереження територій, що охороняються.

ВРД ЄС може зробити значний внесок у покращення транскордонного управління річками та озерами в Європі, особливо в тих випадках, коли беруть участь держави-члени або кандидати в члени ЄС. Як загальний підхід, так і конкретні вимоги ВРД є основою для покращення екологічного стану відповідних водних об'єктів.

Гідрографічна характеристика. Річка Вісла – найдовша й найбільша річка в Польщі (довжина – 1047 км; водозбірний басейн – 193 960 км², з яких 168 868 км² – в межах Польщі. Інша частина басейну знаходиться в Україні, Білорусі та Словаччині. Середня витрата Вісли (гирло) – 1080 м³/с. У Вісли виділяють три частини: верхню – від витоків до Сандомира; середню – від Сандомира до злиття з Наревом і Західним Бугом; нижню – від злиття з Наревом до Балтійського моря (рис. 1).

Річка Нарев розташована в західній частині Білорусі та на північному сході Польщі й є правою притокою р. Вісла (площа басейну 74 527 км², довжина 499 км, середня витрата (у гирлі) – 313 м³/с. Частина річки між злиттями зі Західним Бугом і Віслою була відома як Бугонарев. У 1962 р., після побудови Зегжинського водосховища, Уряд Польщі скасував назву Бугонарев. Із тих пір річка офіційно стала частиною Нарева, а Західний Буг став її лівою притокою.



Рис. 1. Картохема басейну Вісли [22]

Річка Західний Буг (по-польськи – Bug) є лівою притокою р. Нарев, яка впадає в р. Вісла. Загальна площа басейну Західного Бугу становить 39420 км², довжина річки – 772 км [5]. За даними Басейнового управління водних ресурсів річок Західного Бугу Держводагентства України, площа басейну Західного Бугу на території України становить 11 205 км² (понад 28 % від загальної площі басейну), довжина річки – 404 км (понад 52 % загальної довжини), з яких 220 км – ділянка річки, по якому проходить кордон України та Польщі [1].

В Україні знаходяться витік (Львівська область) і верхня течія річки Західний Буг (Львівська та Волинська області). Західний Буг межує з басейнами річок: на південному заході – р. Сан (басейн Вісли); на півдні – р. Дністер, на сході – р. Прип'ять. На заході українська частина басейну Західного Бугу впирається в державний кордон України та Польщі, на півночі – в державний кордон України та Білорусі.

Гідрографічна мережа української частини басейну Західного Бугу нараховує 2044 річки. У Водному кодексі України річки по площі водозбору діляться на: великі – понад 50 тис. км²; середні – 2–50 тис. км²; малі – менше 2 тис. км² [2]. Виходячи з цієї класифікації, річка Західний Буг відноситься до категорії середньої річки, а всі її притоки – це малі річки.

Водночас, типізація річок за площею водозбору, згідно Водної рамкової директиви (ВРД) Європейського Союзу, яка також використовується й в Україні, як нормативна для оцінки екологічного стану масивів поверхневих вод, значно відрізняється, а саме, дуже великі річки – понад 10 тис. км²; великі – 1,0–10,0 тис. км²; середні – 100–1000 км²; малі – 10–100 км² [8].

Застосування типізації річок ВРД ЄС в українській частині басейну Західного Бугу показує таку картину: в цьому басейні в межах України є одна дуже велика річка, це р. Західний Буг, а також три великі річки – Полтва (1440 км²; 60,0 км), Рата (1820 км²; 76,0 км) і Луга (1351,4 км²; 89,1 км) [7; 4]. Якщо басейни Полтви й Луги повністю розташовані в межах України, то Рата бере початок на території Підкарпатського воєводства Польщі в декількох кілометрах від українсько-польського кордону, відповідно й верхня частина басейну річки площею близько 50 км² розташована в межах сусідньої держави.

У межах української частини басейну Західного Бугу, за типізації ВРД ЄС, нараховується також 30 середніх річок (із площею водозбору 100–1000 км²) і 2010 малих річок (до 100 км²). Серед малих річок 44 водотоків мають довжину понад 10 км, а 1966 малих річок мають довжину менше 10 км.

Гідрохімічна характеристика. Оброблялися ряди спостережень за хімічним складом води за декількома пунктами моніторингу на р. Західний Буг та її притоках за період 1971–2019 рр., що отримані у системі гідрометслужби України. Дослідження гідрохімічного режиму р. Західний Буг та її приток по головних іонах виявили чітку сезонність, яка пояснюється впливом зміни ролі різних видів живлення протягом року. Найменші значення загальної мінералізації води Західного Бугу спостерігалися під час весняної повені (497 мг/дм³); у меженні періоди величина мінералізації коливалася від 518 мг/дм³ (літньо-осіння межень) до 573 мг/дм³ (зимова межень). Аналогічна закономірність була характерною й для сезонного ходу концентрацій окремих головних йонів у воді Західного Бугу (табл. 1).

Таблиця 1

Середні сезонні концентрації головних йонів і мінералізація води річки Західний Буг, мг/дм³

Сезон	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Мінералізація
Весняна повінь	275	50	50	88	13	20	3	497
Літньо-осіння межень	288	54	50	92	15	30	4	518
Зимова межень	303	64	57	104	17	35	5	573

Значення концентрацій головних іонів і величини мінералізації у воді приток у різні сезони є близькими до цих характеристик у воді самого Західного Бугу. Винятком є порівняно підвищена мінералізація води р. Полтва, яка досягає в створі м. Львів 784–871 мг/дм³, знижуючись у гирлі річки (м. Буськ) до 613–670 мг/дм³ [16].

За показниками сольового блоку вода в р. Західний Буг відноситься, переважно, до 1–2 категорій I та II класів якості води та характеризується як «відмінна», «дуже хороша» (2013–2019 рр.). Але інтегральний показник екологічного стану Західного Бугу вказує на те, що вода в річці відноситься до 4-ї категорії, III класу якості вод – «задовільна» за станом і «помірно забруднена» за ступенем чистоти [11].

Йонний склад річкових вод басейну генетично пов'язаний із малорозчинними карбонатними породами, які залягають на його водозборі. Відповідно, в усі сезони року у воді преважують йони HCO₃⁻ і Ca²⁺. Води басейну Західного Бугу належать до гідрокарбонатного класу групи кальцію II типу – C_{calc}. Використовуючи дані з публікацій польських вчених [10; 13; 18], порівняємо хімічний склад води трьох річок – Західний Буг, Нарев і Вісла (табл. 2).

Таблиця 2

Середні за рік концентрації головних йонів і мінералізація води річок Західний Буг, Нарев і Вісла, мг/дм³

Річка	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Мінералізація
Західний Буг	289	56	52	95	15	28	4	539
Нарев	157	61	62	73	12	10	4	379
Вісла	166	62	66	80	14	46	5	449

Порівняно з середньорічною мінералізацією води р. Західний Буг (539 мг/дм³), вода р. Нарев та р. Вісла має дещо менші значення цього показника, відповідно 379 мг/дм³ і 449 мг/дм³ (табл. 2).

Йонний стік річки (R , $n \cdot 10^3$ тонн) дорівнює:

$$R = WC,$$

де: W – об'єм водного стоку, км³ в рік; C – концентрація основних іонів і мінералізація, мг/дм³ (див. табл. 2).

Для отримання об'єму стоку води (W – км³ на рік) оброблено інформація про середню витрату води (м³/с). Отримані такі результати по середньорічних об'ємах водного стоку в гирлах річок: Західний Буг – 4,8 км³; Нарев – 10,4 км³; Вісла – 33,0 км³. Результати розрахунку середньорічного йонного стоку річок наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Середньорічний йонний стік річок Західний Буг, Нарев і Вісла, $n \cdot 10^3$ тонн

Річка	НСО ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Мінералізація
Західний Буг	1387	269	250	456	72	134	19	2587
Нарев	1633	634	645	759	125	187	42	4025
Вісла	5478	2046	2178	2640	462	858	165	13827

Показник (або модуль) стоку йонів (P , т/км²) є важливою характеристикою, яка відображає інтенсивність хімічної ерозії на водозборі й дає змогу порівнювати значення йонного стоку різних річок. Він розраховується шляхом ділення величини стоку йонів (R , $n \cdot 10^3$ т) на площу водозбору (F , км²): $P = R / F$.

Отриманий показник йонного стоку становить, т/км² на рік: Західний Буг – 65,5; Нарев – 52,4; Вісла – 76,0. Для порівняння (за нашими розрахунками), P (т/км² на рік): Дніпро – 26,8; Дунай – 95,2.

Висновки. 1. Порівняно зі середньорічною мінералізацією води р. Західний Буг (539 мг/дм³) вода р. Нарев та р. Вісла має дещо менші значення цього показника, відповідно 379 мг/дм³ і 449 мг/дм³.

2. Частка йонного стоку Західного Бугу в йонному стоці Нарева становить 64 %, в йонному стоці Вісли – 19 %. Частка йонного стоку Нарева в йонному стоці Вісли становить 19 %. Йонний стік Вісли до Балтійського моря становить $13827 \cdot 10^3$ т на рік.

3. Показник йонного стоку становить, т/км² на рік: Західний Буг – 65,5; Нарев – 52,4; Вісла – 76,0. Для порівняння (за нашими розрахунками), P (т/км² на рік): Дніпро – 26,8; Дунай – 95,2.

Новизна дослідження полягає в комплексному підході до вивчення гідрохімічних умов трьох річок – Західний Буг, Нарев і Вісла, оскільки до цього в українській науковій літературі, як правило, розглядалася ділянка р. Західний Буг на території України.

Список використаних джерел:

1. Басейнове управління водних ресурсів річок Західного Бугу Держводагентства України. Офіційний сайт. URL: <http://zbbuvr.gov.ua>
2. Водний кодекс України. URL: <http://pravoved.in.ua/section-kodeks/150-vku.html>
3. Забокрицька М. Р., Хільчевський В. К., Манченко А. П. Гідроекологічний стан басейну Західного Бугу на території України. К. : Ніка-Центр, 2006. 184 с.
4. Хільчевський В. К. Особливості гідрографії Європи : річки, озера, водосховища. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2022. № 4 (66). С. 6–16.
5. Хільчевський В. К. Сучасна характеристика поверхневих водних об'єктів України : водотоки та водойми. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2021. № 1 (59). С. 17–27.
6. Хільчевський В. К., Гребінь В. В. Гідрографічне та водогосподарське районування території України, затверджене у 2016 р. – реалізація положень ВРД ЄС. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2017. № 1. С. 8–20.

7. Хільчевський В. К., Гребін В. В., Забокрицька М. Р. Оцінка гідрографічної мережі району річкового басейну Вісли (Західного Бугу та Сану) на території України згідно типології Водної рамкової директиви ЄС. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016. Т. 1 (40). С. 29–41.
8. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32000L0060>
9. Ertel A.-M., Lupo A., Scheifhacken N., Bodnarchuk T., Manturova O., Berendonk T., Petzoldt T. Heavy load and high potential: anthropogenic pressures and their impacts on the water quality along a lowland river (Western Bug, Ukraine). *Environ Earth Sci*. 2012. Vol. 65. Is. 5. P. 1459–1473.
10. Gierszewski P. Hydromorfologiczne uwarunkowania funkcjonowania geokosystemu Zbiornika Włocławskiego. *Prace Geograficzne*. 2018. 268. P. 91–96.
11. Gopchak I., Basiuk T., Bialyk I., Pinchuk O., Gerasimov Ie. Dynamics of changes in surface water quality indicators of the Western Bug River basin within Ukraine using GIS technologies. *Journal of Water and Land Development*. 2019. P. 42 (VII–IX), 67–75.
12. Gopchak I., Kalko A., Basiuk T., Pinchuk O., Gerasimov Ie., Yaromenko O., Shkirynets V. Assessment of surface water pollution in Western Bug River within the cross-border section of Ukraine. *Journal of Water and Land Development*. 2020. 46 (VII–IX). P. 97–104.
13. Jekatierynczuk-Rudczyk E., Górniak A., Zieliński P., Dziemian J. Daily Dynamics of Water Chemistry in a Lowland Polyhumic Dam Reservoir. *Polish J. Environ. Stud*. 2002. 11 (5). 521–526.
14. Khilchevskiy V. K., Grebin V. V., Zabokrytska M. R. Abiotic Typology of the Rivers and Lakes of the Ukrainian Section of the Vistula River Basin and its Comparison with Results of Polish Investigations. *Hydrobiological Journal*. 2019. 55 (3). P. 95–102.
15. Khilchevskiy V. K., Zabokrytska M. R., Plichko L. V. Chemical composition of water and ion runoff of the Western Bug, Narew and Vistula rivers (Baltic Sea Basin). *Proceedings of the 15th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*. European Association of Geoscientists & Engineers. 2021. P. 1–5.
16. Khilchevskiy V. K., Zabokrytska M. R., Sherstyuk N. P. Hydrography and hydrochemistry of the transboundary river Western Bug on territory of Ukraine. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2018. 27(2). P. 232–243.
17. Kowalkowski T., Gadzała-Kopciuch M., Kosobucki P., Krupczyńska K., Ligor T., Buszewski B. Organic and inorganic pollution of the Vistula River basin. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*. 2007. Vol. 42. Is. 4. P. 421–426.
18. Skorbilowicz M. Concentrations of Macroelements, Zinc and Iron Ions in Water of the Upper Narew Basin, NE Poland. *Polish J. Environ. Stud*. 2010. 19 (2). P. 397–405.
19. Starodub G., Karabyn B., Ursulyak P., Pyroszok S. Assessment of anthropogenic changes natural hydrochemical pool Western Bug river. *Studia regionalne i lokalne Polski południowo-wschodniej*. Dzierżówka – Kraków. 2013. T. XI. P. 79–90.
20. Tatukh S., Chalvi P., Mukha O., Mykhnovych A. Natural Conditions and Man-Made Influence upon Surface Waters Quality in the Western Bug River Basins. In : *Transboundary Aquifers in the Eastern Borders of the European Union*. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security. Springer, Dordrecht. 2012. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-007-3949-9_5.
21. Tränckner J., Helm B., Blumensaat F., Terekhanova T. Integrated Water Resources Management : Approach to Improve River Water Quality in the Western Bug River Basin. In : *Transboundary Aquifers in the Eastern Borders of the European Union*. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security. Springer, Dordrecht. 2012. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-007-3949-9_6.
22. Vistula river map.png. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vistula_river_map.png.

References:

1. Basin management of water resources of the Western Bug rivers of the State Water Agency of Ukraine. Official site. <http://zbbuvr.gov.ua> [In Ukrainian].
2. Water Code of Ukraine. <http://pravoved.in.ua/section-kodeks/150-vku.html> [in Ukrainian].
3. Zabokrytska, M. R., Khilchevskiy, V. K., & Manchenko, A. P. (2006). The hydro-ecological state of the Western Bug basin in the territory of Ukraine. K.: Nika-Tsentr, 184. [In Ukrainian].
4. Khilchevskiy, V. K. (2022). Features of the hydrography of Europe: rivers, lakes, reservoirs. *Hidrolohiiia, hidrokhiimiia i hidroekolojiia*, 4(66), 6–16. [In Ukrainian].

5. Khilchevskiy, V. K. (2021). Modern characteristics of surface water bodies of Ukraine: watercourses and reservoirs. *Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia, 1(59)*, 17–27. [In Ukrainian].
6. Khilchevskiy, V. K., & Hrebin, V. V. (2017). Hydrographic and water management zoning of the territory of Ukraine, approved in 2016 - implementation of the provisions of the EU WFD. *Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia, 1*, 8–20. [In Ukrainian].
7. Khilchevskiy, V. K., Hrebin, V. V., & Zabokrytska, M. R. Assessment of the hydrographic network of the Vistula river basin area (Western Bug and San) on the territory of Ukraine according to the typology of the EU Water Framework Directive. *Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia, 1(40)*, 29–41. [In Ukrainian].
8. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. (2000). <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32000L0060>
9. Ertel, A.-M., Lupo, A., Scheifhacken, N., Bodnarchuk, T., Manturova, O., Berendonk, T., & Petzoldt, T. (2012). Heavy load and high potential: anthropogenic pressures and their impacts on the water quality along a lowland river (Western Bug, Ukraine). *Environ Earth Sci, 65(5)*, 1459–1473.
10. Gierszewski, P. (2018). Hydromorfologiczne uwarunkowania funkcjonowania geokoosystemu Zbiornika Włocławskiego. *Prace Geograficzne, 268*, 91–96.
11. Gopchak, I., Basiuk T., Bialyk I., Pinchuk O., & Gerasimov, Ie. (2019). Dynamics of changes in surface water quality indicators of the Western Bug River basin within Ukraine using GIS technologies. *Journal of Water and Land Development, 42(VII–IX)*, 67–75.
12. Gopchak, I., Kalko, A., Basiuk, T., Pinchuk, O., Gerasimov, Ie., Yaromenko, O., & Shkirynets, V. (2020). Assessment of surface water pollution in Western Bug River within the cross-border section of Ukraine. *Journal of Water and Land Development, 46(VII–IX)*, 97–104.
13. Jekatierynczuk-Rudczyk, E., Górnjak, A., Zieliński, P., & Dziemian, J. (2002). Daily Dynamics of Water Chemistry in a Lowland Polyhumic Dam Reservoir. *Polish J. Environ. Stud., 11(5)*, 521–526.
14. Khilchevskiy, V. K., Grebin, V. V., & Zabokrytska, M. R. (2019). Abiotic Typology of the Rivers and Lakes of the Ukrainian Section of the Vistula River Basin and its Comparison with Results of Polish Investigations. *Hydrobiological Journal, 55(3)*, 95–102.
15. Khilchevskiy, V. K., Zabokrytska, M. R., & Plichko, L. V. (2021). Chemical composition of water and ion runoff of the Western Bug, Narew and Vistula rivers (Baltic Sea Basin). *Proceedings of the 15th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*. European Association of Geoscientists & Engineers, 1–5.
16. Khilchevskiy, V. K., Zabokrytska, M. R., & Sherstyuk, N. P. (2018). Hydrography and hydrochemistry of the transboundary river Western Bug on territory of Ukraine. *Journal of Geology, Geography and Geoecology, 27(2)*, 232–243.
17. Kowalkowski, T., Gadzała-Kopciuch, M., Kosobucki, P., Krupczyńska, K., Ligor, T., & Buszewski, B. (2007). Organic and inorganic pollution of the Vistula River basin. *Journal of Environmental Science and Health, Part A, 42(4)*, 421–426.
18. Skorbilowicz, M. (2010). Concentrations of Macroelements, Zinc and Iron Ions in Water of the Upper Narew Basin, NE Poland. *Polish J. Environ. Stud., 19(2)*, 397–405.
19. Starodub, G., Karabyn, B., Ursulyak, P., & Pyroszok, S. (2013). Assessment of anthropogenic changes natural hydrochemical pool Western Bug river. *Studia regionalne i lokalne Polski południowo-wschodniej. Dzierdziówka – Kraków. XI*, 79–90.
20. Tatukh, S., Chalyi, P., Mukha, O., & Mykhnovych, A. (2012). Natural Conditions and Man-Made Influence upon Surface Waters Quality in the Western Bug River Basins. In, *Transboundary Aquifers in the Eastern Borders of the European Union*. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-3949-9_5
21. Tränckner, J., Helm, B., Blumensaat, F., & Terekhanova, T. (2012). Integrated Water Resources Management: Approach to Improve River Water Quality in the Western Bug River Basin. In, *Transboundary Aquifers in the Eastern Borders of the European Union*. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-3949-9_6
22. Vistula river map.png. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vistula_river_map.png.