

УДК 556.18(477.82):556.114/.5

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2022-1-2>

Ольга КАРАЇМ

кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі, 13, м. Луцьк, Україна, 43025

ORCID: 0000-0002-1722-4110

Мирослава АХНЮК

магістр кафедри екології та охорони навколишнього середовища, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі, 13, м. Луцьк, Україна, 43025

Зоряна ЛАВРИНЮК

кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі, 13, м. Луцьк, Україна, 43025

ORCID: 0000-0002-1906-3330

Олена ДЖАМ

кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі, 13, м. Луцьк, Україна, 43025

ORCID: 0000-0003-2222-3734

Любомир ГУЛАЙ

доктор хімічних наук, професор, професор кафедри екології та охорони навколишнього середовища, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі, 13 м. Луцьк, Україна, 43025

ORCID: 0000-0003-3495-5027

Бібліографічний опис статті: Караїм, О., Ахнюк, М., Лавринюк, З., Джам, О., Гулай, Л. (2022). Гідрохімічний аналіз поверхневих вод в аспекті управління водними ресурсами річки Жидувка. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 1, 10–17, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2022-1-2>

ГІДРОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД В АСПЕКТІ УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ РІЧКИ ЖИДУВКА

Водні ресурси є необхідною складовою забезпечення життя на Землі. Водночас вони є обмеженими ресурсами, а також, у зв'язку із значним антропогенним впливом, дуже вразливими природними об'єктами. У зв'язку із цим управління водними ресурсами з метою їх охорони та раціонального використання нині стає все актуальнішим.

Метою роботи є проведення аналізу гідрохімічних показників поверхневих вод річки Жидувка в аспекті управління її водними ресурсами.

До основних чинників у галузі управління і контролю за використанням і охороною вод та відтворенням водних ресурсів належить оцінка екологічного стану басейну річки. У свою чергу ключовим аспектом тут виступає гідрохімічний аналіз її поверхневих вод. Показники вмісту шкідливих речовин у поверхневих водах слугують індикатором визначення їх якості.

Річка Жидувка – є малою річкою, яка протікає на території м. Луцьк і Луцького району. Її довжина становить близько 8,0 км. Довжина у межах міста Луцька 2,43 км. Водозбірна площа 9,7 км². Площа прибережної захисної смуги на території міста становить 10,7 га. Площа водоохоронної зони у місті 12,92 га. Площа басейну 0,65 км², середня витрата води – 0,03 м³/с.

Для дослідження відбиралися проби води у р. Жидувка в межах м. Луцьк у створах № 1 по вул. Станіславського та № 2 по вул. Потебні у розрізі 4 пір року протягом 2018–2020 рр.

У результаті досліджень встановлено, що поверхневі води річки не відповідають нормативам. Перевищення концентрацій зафіксовано за вмістом завислих речовин, фосфатів, амоній-йонів, нітритів, заліза, синтетичних поверхнево-активних речовин та хімічним споживанням кисню.

Отримані результати дослідження вказують на те, що у зв'язку із динамікою росту антропогенного навантаження на водойму та з метою ефективного управління водними ресурсами річки Жидувка необ-

хідним є постійний моніторинг якості її поверхневих вод та здійснення низки заходів для покращення її екологічного стану.

Ключові слова: Річка Жидувка, поверхневі води, річковий басейн, антропогенний вплив, гідрохімічний аналіз, екологічний стан, управління водними ресурсами.

Olha KARAIM

PhD of Economics, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Ecology and Protection of Environment, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Voli Avenue, Lutsk, Ukraine, 43025

ORCID: 0000-0002-1722-4110

Myroslava AKHNIUK

Master at the Department of Ecology and Protection of Environment, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Voli Avenue, Lutsk, Ukraine, 43025

Zoryana LAVRYNYUK

PhD of Chemistry, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Ecology and Protection of Environment, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Voli Avenue, Lutsk, Ukraine, 43025

ORCID: 0000-0002-1906-3330

Olena DZHAM

PhD of Chemistry, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Ecology and Protection of Environment, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Voli Avenue, Lutsk, Ukraine, 43025

ORCID: 0000-0003-2222-3734

Lubomir GULAY

Doctor of Science in Chemistry, Professor, Head of the Department of Ecology and Protection of Environment, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Voli Avenue, Lutsk, Ukraine, 43025

ORCID: 0000-0003-3495-5027

To cite this article: Karaim, O., Akhniuk, M., Lavrynyuk, Z., Dzham, O., Gulay, L. (2022). Hidrokhimichniy analiz poverkhnevyykh vod v aspekti upravlinnia vodnyimi resursamy richky Zhyduvka [Hydrochemical analysis of the surface water in the aspect of management of the water resources of the Zyduvka River]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 1, 10–17, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2022-1-2>

HYDROCHEMICAL ANALYSIS OF THE SURFACE WATER IN THE ASPECT OF MANAGEMENT OF THE WATER RESOURCES OF THE ZYDUWKA RIVER

Water resources are necessary component of ensuring life on Earth. At the same time, they are limited resources and, due to significant anthropogenic impact, very vulnerable natural objects. In this regard, the management of water resources for the purpose of their protection and rational use is now becoming increasingly relevant.

The aim of the work is to analyze the hydrochemical indicators of the surface waters of the Zhyduvka River in terms of managing its water resources.

The main factors in the field of management and control over the use and protection of water and the reproduction of water resources is the assessment of the ecological state of the river basin. In turn, the key aspect here is the hydrochemical analysis of its surface waters. Indicators of the content of harmful substances in surface waters serve as an indicator for determining their quality.

Richka Zhyduvka is a small river that flows in the territory of Lutsk and Lutsk region. Its length is about 8.0 km. The length within the city of Lutsk is 2.43 km. The catchment area is 9.7 km². The area of the coastal protective strip in the city is 10.7 hectares. The area of the water protection zone in the city is 12.92 hectares. The area of the basin is 0.65 km², the average water discharge is 0.03 m³/s.

For the study, water samples were taken in the city of Zhyduvka within the city of Lutsk in alignments № 1 on Stanislavsky street and № 2 on the street. Needed in execution 4 seasons during 2018–2020 years.

As a result of the research, it was found that the surface waters of the river do not answer the standards. Excess concentrations were recorded for the content of suspended solids, phosphates, ammonium ions, nitrites, iron, synthetic surfactants and chemical oxygen demand.

The obtained results of the study indicate that in connection with the dynamics of the growth of anthropogenic pressure on the reservoir and in order to effectively manage the water resources of the Zhyduvka River, it is necessary to constantly monitor the quality of its surface waters and implement a number of measures to improve its ecological condition.

Key words: Zhyduvka River, surface waters, river basin, anthropogenic impact, hydrochemical analysis, ecological state, water resources management.

Актуальність проблеми. Вода є одним із найнеобхідніших компонентів довкілля. Водні ресурси забезпечують життя на Землі, у тому числі існування людей, рослинного і тваринного світу та водночас вони є обмеженими й дуже вразливими природними об'єктами. За умов стрімкого зростання антропогенного впливу на природне середовище нині управління водними ресурсами з метою їх охорони та раціонального використання набуває все більшої актуальності.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Гідрохімічні дослідження та засади управління водними ресурсами річок Волинської області висвітлено у роботах авторів (Мольчак, 1999, Вишневський, 2000, Лавринюк, 2015, Караїм, 2021). Порівняння результатів екологічної оцінки сучасного стану води річок Волинської області з екологічними нормативами подано авторами (Кукурудза, 1990, Гопчак, 2006, Яцик, 2006). Однак, вивченню якості поверхневих вод річки Жидувка в аспекті управління її водними ресурсами не було приділено достатньої уваги.

Метою роботи є проведення аналізу гідрохімічних показників поверхневих вод річки Жидувка в аспекті управління її водними ресурсами.

Виклад основного матеріалу дослідження. Водним кодексом України встановлено, що водні об'єкти є виключно власністю народу та можуть надаватися лише у користування. Як об'єкт правового регулювання, використання, відтворення та охорони водні об'єкти підлягають обліку з метою встановлення відомостей про їх якість та водокористування.

Користування землями водного фонду здійснюється з урахуванням вимог щодо охорони річок від забруднення, засмічення та замулення, а також з додержанням правил архітектури планування приміських зон та санітарних вимог у порядку, що встановлюється Кабінетом Міністрів України.

Відповідно до Водного кодексу України, управління у сфері використання, охорони та відтворення вод у нашій країні здійснюється за басейновим принципом беручи в основу між-

державні, державні та регіональні програми використання і охорони вод і відтворення водних ресурсів.

До основних чинників у галузі управління і контролю за використанням і охороною вод та відтворенням водних ресурсів належить оцінка екологічного стану басейну річки. У свою чергу ключовим аспектом тут виступає гідрохімічний аналіз поверхневих вод водойми. Показники вмісту шкідливих речовин у поверхневих водах слугують індикатором визначення їх якості.

Річка Жидувка – є малою річкою, яка протікає на території м. Луцьк і Луцького району. Вона є лівою притокою річки Стир. Водойма бере свій початок на заході від вулиці Львівської, далі вона протікає поруч з АТ «СКФ «Україна», майже паралельно вулицям Боженка і Мамсурова, далі перетинає вулицю Потєбні та впадає у р. Стир.

Довжина річки Жидувка становить близько 8,0 км. Довжина у межах міста Луцька 2,43 км. Водозбірна площа 9,7 км². Площа прибережної захисної смуги на території міста становить 10,7 га. Площа водоохоронної зони у місті 12,92 га. Площа басейну 0,65 км², середня витрата води – 0,03 м³/с.

Для порівняльного аналізу гідрохімічних показників забруднення поверхневих вод р. Жидувка використані фондові матеріали хіміко-бактеріологічної лабораторії КП «Луцькводоканал». У процесі дослідження відбиралися проби води (Кукурудза, 1990, Набиванець, 2002) у р. Жидувка в межах м. Луцьк у створах № 1 по вул. Станіславського та № 2 по вул. Потєбні у розрізі 4 пір року протягом 2018–2020 рр. (22.03.2018 р., 6.06.2018 р., 13.09.2018 р., 6.03.2019 р., 25.06.2019 р., 15.07.2019 р., 27.10.2019 р., 27.01.2020 р., 16.06.2020 р., 24.09.2020 р.). У результаті дослідження встановлено, що показники вмісту завислих речовин (Караїм, 2021) у воді р. Жидувка протягом досліджуваного періоду значно перевищують норму, яка повинна становити не більше 25 мг/л. Найвищий показник у розмірі 153 мг/л зафіксовано 13.09.2018 р. у створі

№ 1. Найнижчий у розмірі 12,4 мг/л зафіксовано 24.06.2019 р. у створі № 1. Дані вмісту завислих речовин у воді р. Жидувка у розрізі 4 пір року (зима, весна, літо, осінь) зображено на рис. 1.

Показники ХСК (Караїм, 2021) у воді р. Жидувка протягом досліджуваного періоду періодично перевищують норму, яка повинна становити не більше 50 мг/л. Найвищий показник у розмірі 64 мг/л зафіксовано 06.06.2018 р. у створі № 1. Найнижчий у розмірі 17,7 мг/л зафіксовано 27.01.2020 р. також у створі № 1. Результати визначення хімічного споживання кисню у воді р. Жидувка у розрізі 4 пір року зображено на рис. 2.

При визначенні у воді р. Жидувка вмісту хлоридів встановлено, що їх концентрація не перевищує ГДК і не чинить значного навантаження на річку. Найвище їх значення 70,9 мг/л зафіксовано 24.09.2020 р. у створі № 2, а найнижче 14,2 мг/л – 06.06.2018 р. при ГДК 300 мг/л.

Вміст сульфатів у воді р. Жидувка не перевищує значень ГДК. Найвищий їх показник 45,2 мг/л зафіксовано 27.01.2020 р., а найнижчий 4 мг/л 22.03.2018 р. при ГДК 100 мг/л.

Показники вмісту сухого залишку у воді р. Жидувка протягом дослідження знаходилися в межах норми. Найвищий їх показник 790 мг/л зафіксовано 6.03.2019 р. у створі № 1, а найнижчий 286 мг/л зафіксовано 16.06.2020 р. у створі № 2 при ГДК 1000 мг/л.

Показники вмісту фосфатів у воді р. Жидувка значно перевищують норму. Протягом досліджуваного періоду найвище значення зафіксовано у розмірі 1,9 мг/л 24.09.2020 р. у створі № 1 а найнижче 0,07 мг/л 6.06.2018 р. у створі № 2 при ГДК 0,17 мг/л. Дані щодо вмісту фосфатів у воді р. Жидувка у розрізі 4 пір року зображено на рис. 3.

Протягом досліджуваного періоду у воді р. Жидувка зафіксовано перевищення

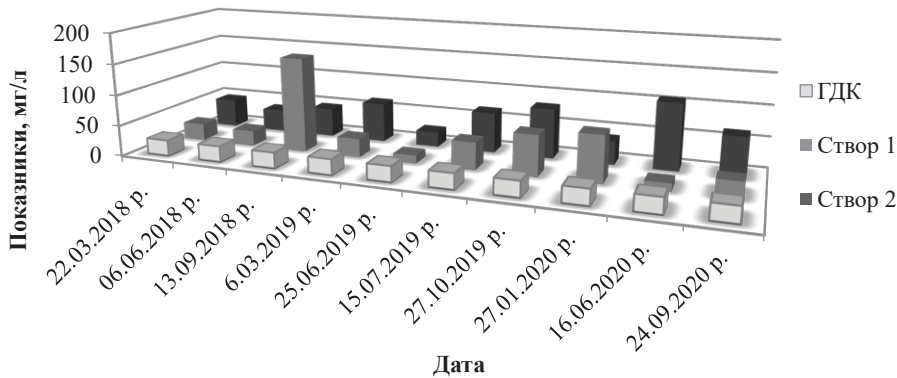


Рис. 1. Показники вмісту завислих речовин у воді р. Жидувка

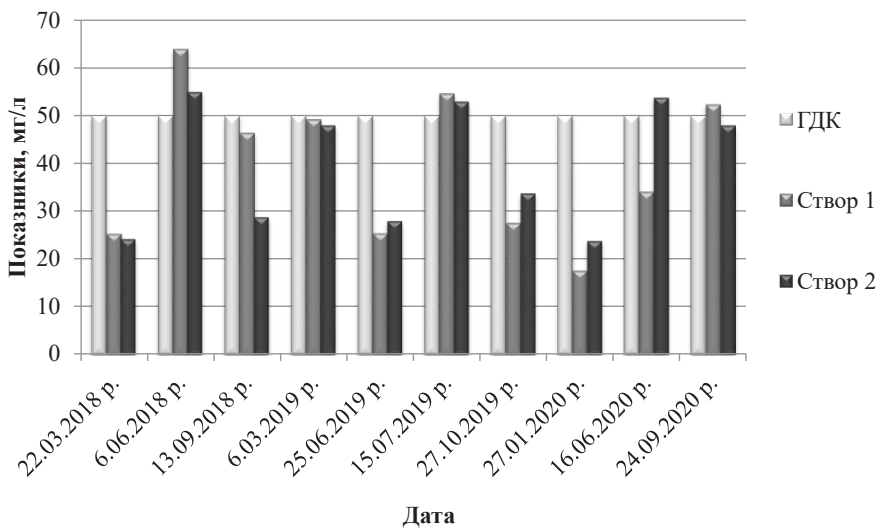


Рис. 2. Показники хімічного споживання кисню у воді р. Жидувка

вмісту амоній-йонів до 5,7 мг/л при ГДК 0,5 мг/л. Показники вмісту амоній-йонів у воді р. Жидувка у розрізі 4 пір року зображено на рис. 4.

Показники вмісту нітритів у воді р. Жидувка впродовж 2018–2020 рр. періодично значно перевищували норму. Найбільше їх значення зафіксовано у розмірі 0,8 мг/л 16.06.2020 р.

у створі № 1 при ГДК 0,08 мг/л. Значення вмісту нітритів у воді р. Жидувка у розрізі 4 пір року зображено на рис. 5.

Показники вмісту нітратів у воді р. Жидувка знаходилися в межах норми. Найвище їх значення 6,84 мг/л зафіксовано 15.07.2019 р. у створі № 1, найнижче 0 мг/л 6.06.2018 р. у обох створах при ГДК 40 мг/л.

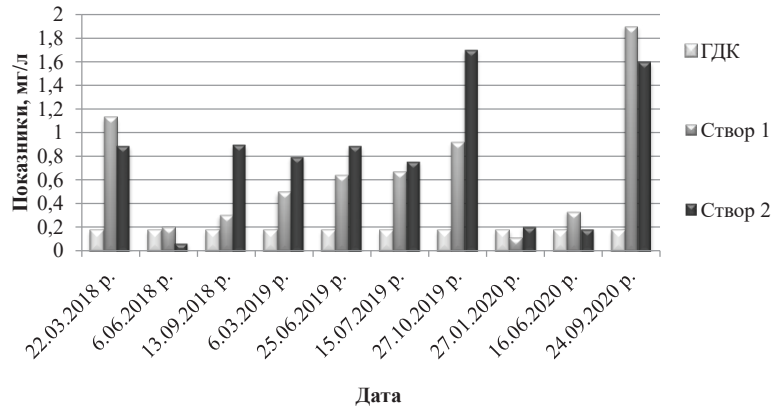


Рис. 3. Показники вмісту фосфатів у воді р. Жидувка

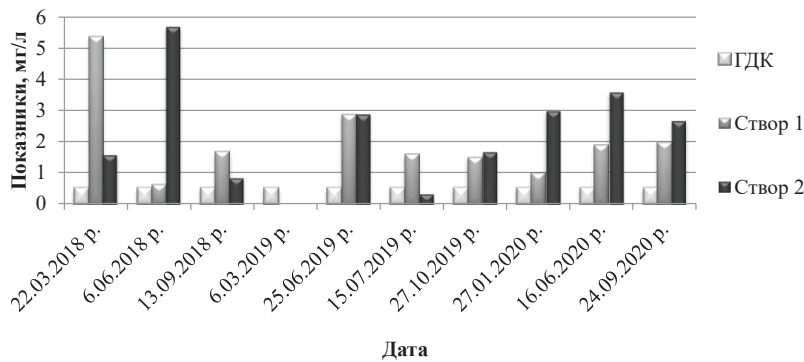


Рис. 4. Показники вмісту амоній-йонів у воді р. Жидувка

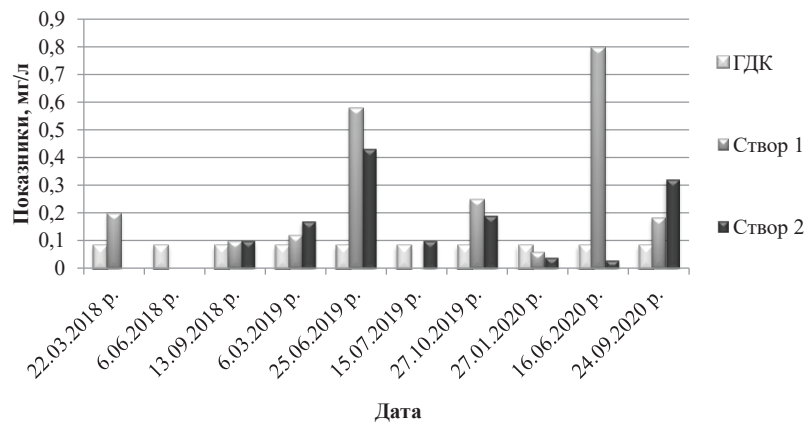


Рис. 5. Показники вмісту нітритів у воді р. Жидувка

Упродовж досліджуваного періоду виявлено значне перевищення вмісту у відібраних пробах води синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР), так 15.07.2019 р. у сворі № 2 їх найвище значення зафіксовано на позначці 1,6 мг/л при ГДК 0,028 мг/л. Показники вмісту СПАР у воді р. Жидувка у розрізі 4 пір року зображено на рис. 6.

Показники вмісту заліза (загального) у воді р. Жидувка значно перевищують нормативи господарсько-питного і культурно-побутового водопостачання. Найвище значення 2,8 мг/л зафіксовано 22.03.2018 р. у створі № 2 при ГДК 0,1 мг/л. Необхідно зазначити, що протягом досліджуваного періоду перевищення зафіксовано у кодній із відібраних у обох створах проб. Показники вмісту заліза (загального) у воді р. Жидувка у розрізі 4 пір року зображено на рис. 7.

Упродовж зазначеного періоду вмісту нафтопродуктів, хрому, цинку та нікелю у досліджуваних пробах води не виявлено.

У результаті досліджень р. Жидувка у межах міста Луцьк у створах № 1 по вул. Станіславського та № 2 по вул. Потєбні протягом 2018–

2020 рр. було встановлено, що поверхневі води річки не відповідають наступним нормативам:

1) ХСК, завислі речовини, амонійний азот – Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України 30.07.2012 р. № 471;

2) сухий залишок/мінералізація, СПАР визначення по КНД-211.1.4.017-95 – Наказ Мінприроди України від 04.12.2006 №9/3-8-727;

3) «Обобщенный перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентовочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов».

Висновки і перспективи подальших досліджень. У результаті досліджень встановлено, що поверхневі води річки не відповідають нормативам. Перевищення концентрацій зафіксовано за вмістом завислих речовин, фосфатів, амоній-йонів, нітритів, заліза, синтетичних поверхнево-активних речовин та хімічним споживанням кисню.

Отримані результати вказують на те, що у зв'язку із динамікою росту антропогенного

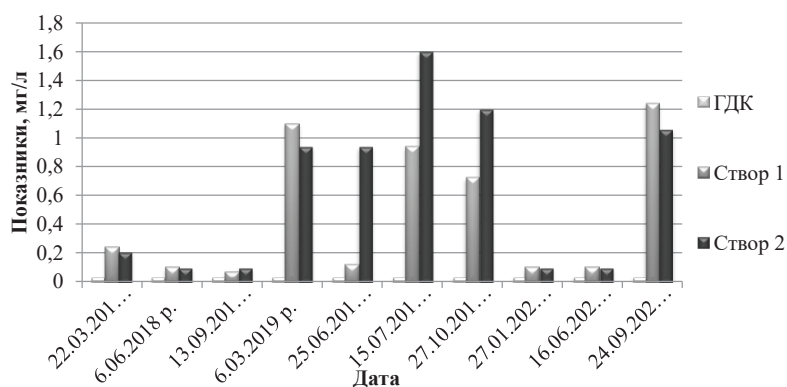


Рис. 6. Показники вмісту СПАР у воді р. Жидувка

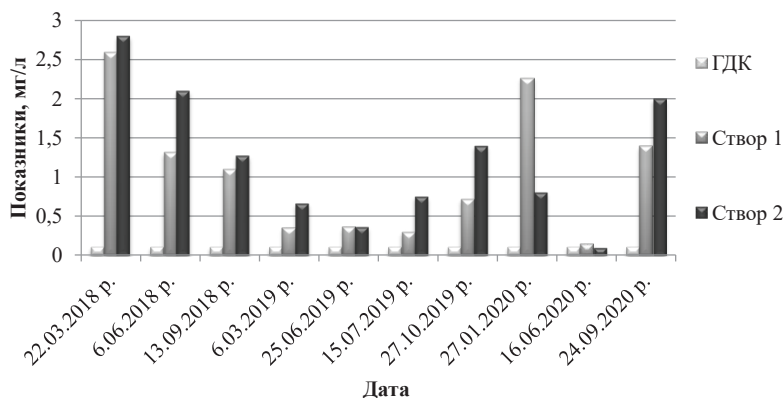


Рис. 7. Показники вмісту заліза (загального) у воді р. Жидувка

навантаження на водойму та з метою ефективного управління водними ресурсами річки Жидувка необхідним є постійний моніторинг якості її поверхневих вод. Проведене дослідження також підтверджує потребу здійснення низки оптимізаційних заходів щодо покращення екологічного стану у басейні р. Жидувка з метою відновлення екологічної рівноваги.

дження також підтверджує потребу здійснення низки оптимізаційних заходів щодо покращення екологічного стану у басейні р. Жидувка з метою відновлення екологічної рівноваги.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Вишневецький В.І. Річки і водойми України. Стан і використання. Київ, 2000. 376 с.
2. Водний кодекс України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 20.12.2021).
3. Гопчак І.В. Порівняння результатів екологічної оцінки сучасного стану якості води річок Волинської області з екологічними нормативами. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. Київ : ВГЛ Обрій, 2006. № 9. С. 148–156.
4. ДСанПін 22.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Київ, 2010. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text> (дата звернення: 26.08.2019).
5. Караїм О.А., Ахнюк М.М. Аналіз вмісту завислих речовин у поверхневих водах річки Жидувка. *Актуальні проблеми хімії, матеріалознавства та екології: матеріали I Міжнародної наукової конференції* (12–14 травня 2021 року). Луцьк, 2021. С. 196–199.
6. Караїм О.А., Ахнюк М.М. Аналіз хімічного споживання кисню у поверхневих водах річки Жидувка. Матеріали XV Міжнар. наук.-практ. конф. аспірантів і студентів «Молода наука Волині: пріоритети та перспективи досліджень», 12–13 травня 2021 року. Луцьк, 2021. С. 687–689.
7. КНД 211.1.4.023-95. Методика визначення нітрит-йонів з реактивом Гріса в поверхневих та очищених стічних водах. Київ, 1995. 11 с.
8. КНД 211.1.4.030. Методика визначення амоній-іонів з реактивом Неслера в стічних водах. Київ, 1995. 16 с.
9. Кукурудза С.І, Гурій С.М. Аналіз якості природних вод. Львів, 1990. 90 с.
10. Лавринюк З., Караїм О., Гулай Л. Гідрохімічний аналіз та особливості використання поверхневих вод річки Оконка. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. № 3. 2021. С. 24–29. <https://doi.org/10.32782/pcsd-2021-3-4>
11. Мольчак Я.О., Мігас Р.В. Річки Волині. Луцьк, 1999. 176 с.
12. Набиванець Б.І., Сухан В.В., Калабша Л.В. Аналітична хімія природного середовища. Київ, 2002. 304 с.
13. Обобщенный перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентовочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. М., 1990. 37 с.
14. Про затвердження Нормативів екологічної безпеки водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства, щодо гранично допустимих концентрацій органічних та мінеральних речовин у морських та прісних водах (біохімічного споживання кисню (БСК-5), хімічного споживання кисню (ХСК), завислих речовин та амонійного азоту). Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України 30.07.2012 р. № 471. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1369-12#Text> (дата звернення: 26.08.2019).
15. Яцик А.В., Гопчак І.В. Екологічна оцінка стану поверхневих вод Волинської області та нормування їх якості. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. Київ, 2006. № 10. С. 129–135.

REFERENCES:

1. Vishnevsky, V.I. (2000). Richky i vodoimy Ukrainy. Stan i vykorystannia [Rivers and reservoirs of Ukraine. Condition and use]. Kyiv: Vipol [in Ukrainian].
2. Vodnyi kodeks Ukrainy [Water Code of Ukraine]. (n.d.). [zakon.rada.gov.ua](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text> [in Ukrainian].
3. Gopchak, I.V. (2006). Porivniannia rezultativ ekolohichnoi otsinky suchasnoho stanu yakosti vody richok Volynskoi oblasti z ekolohichnymy normatyvamy [Comparison of the results of ecological assessment of the current state of water quality of rivers of Volyn region with ecological standards]. *Hidrolohiia, hidrokhiimia i hidroekolohiia – Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*. Kyiv: VGL Obrij. 9, 148-156 [in Ukrainian].
4. DSanPin 22.4-171-10. (2010). Hihienichni vymohy do vody pytnoi, pryznachenoi dlia spozhyvannia liudynoiu [Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption. Kyiv. (n.d.). [zakon.rada.gov.ua](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text> [in Ukrainian].
5. Karaim, O.A., Akhniuk, M.M. (2021). Analiz vmistu zavyslykh rehovyn u poverkhnevyykh vodakh richky Zhyduvka [Analysis of the content of suspended solids in the surface waters of the Zhyduvka River]. Current issues of chemistry, materials science and ecology: materials of the First International Scientific Conference (May 12-14). Lutsk. 196-199. [in Ukrainian].
6. Karaim, O.A., Akhniuk, M.M. (2021). Analiz khimichnoho spozhyvannia kysniu u poverkhnevyykh vodakh richky Zhyduvka [Analysis of chemical oxygen demand in the surface waters of the Zhyduvka River]. Materials XV International.

scientific-practical conf. graduate students and students "Young Science of Volyn: priorities and prospects for research", May 12-13. Lutsk. 687–689. [in Ukrainian].

7. KND 211.1.4.023-95. (1995). Metodyka vyznachennia nitryt-ioniv z reaktivom Hrisa v poverkhnevyykh ta ochyshchennykh stichnykh vodakh [Method of determination of nitrite-ions with Gris reagent in surface and treated waste water]. Kyiv [in Ukrainian].

8. KND 211.1.4.030. (1995). Metodyka vyznachennia amonii-ioniv z reaktivom Neslera v stichnykh vodakh [Method of determination of ammonium-ions with Nessler's reagent in waste water]. Kyiv [in Ukrainian].

9. Kukurudza, S.I., Guriy, S.M. (1990). Analiz yakosti pryrodnykh vod [Analysis of natural water quality]. Lviv [in Ukrainian].

10. Lavrynyuk, Z., Karaim, O., Gulay, L. (2021). Hidrokhimichniy analiz ta osoblyvosti vykorystannia poverkhnevyykh vod richky Okonka [Hydrochemical analysis and features of the use of the surface waters of the Okonka River]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 3, 24–29, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2021-3-4> [in Ukrainian].

11. Molchak, Y.O., Migas, R.V. (1999). Richky Volyni [Rivers of Volyn]. Lutsk: Nadstyria [in Ukrainian].

12. Nabyvanets, B.I., Sukhan, V.V., Kalabsha, L.V. (2002). Analitichna khimiia pryrodnoho seredovyscha [Analytical chemistry of the natural environment]. Kyiv: Lybid [in Ukrainian].

13. Obobshchennyy perechen' predel'no-dopustimyykh kontsentratsiy (PDK) i orientovochno bezopasnykh urovney vozdeyvtiya (OBUV) vrednykh veshchestv dlya vody rybokhozyaystvennykh vodoemov [A generalized list of maximum permissible concentrations (MPC) and tentatively safe exposure levels (TSEL) of harmful substances for the water of fishery reservoirs]. M.: 1990. 37 p. [in Russian].

14. Pro zatverdzhennia Normatyviv ekolohichnoi bezpeky vodnykh ob'iektiv, shcho vykorystovuiutsia dlia potreb rybnogo hospodarstva, shchodo hranychno dopustymykh kontsentratsii orhanichnykh ta mineralnykh rehovyn u morskykh ta prisnykh vodakh (biokhimichnoho spozhyvannia kysniu (BSK-5), khimichnoho spozhyvannia kysniu (KhSK), zavyslykh rehovyn ta amoniinoho azotu) [On approval of the Standards of ecological safety of water bodies used for the needs of fisheries on the maximum permissible concentrations of organic and mineral substances in marine and fresh waters (biochemical oxygen demand (BOD-5), chemical oxygen demand (COD), suspended solids and ammonium nitrogen)]. Order of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine 30.07.2012 № 471. (n.d.). *zakon.rada.gov.ua*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1369-12#Text> [in Ukrainian].

15. Jacik, A.V., Gopchak, I.V. (2006). Ekolohichna otsinka stanu poverkhnevyykh vod Volynskoi oblasti ta normuvannia yikh yakosti [Ecological assessment of the state of surface waters of Volyn region and standardization of their quality]. *Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*. Kyiv: VGL Obrij. 10, 129-135 [in Ukrainian].