

УДК 504.4.054

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2021-3-10>

Ірина ШАХМАН

кандидат географічних наук, доцент, доцент кафедри географії та екології, Херсонський державний університет, вул. Університетська, 27, м. Херсон, Україна, 73000

ORCID: 0000-0001-6204-4410

Scopus-Author ID: 57198424698

Бібліографічний опис статті: Шахман, І. (2021). Інтегральне оцінювання ступеня забруднення водного середовища пониззя річки Дністер. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 3, 63–69, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2021-3-10>

ІНТЕГРАЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ СТУПЕНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ПОНИЗЗЯ РІЧКИ ДНІСТЕР

Поверхневі прісні водні ресурси забезпечують життєдіяльність суспільства і біоти та є обмеженими й уразливими до антропогенного впливу. Інтенсивне використання річкових водних ресурсів для потреб суспільства призводить до зміни гідроекологічного стану водних об'єктів, тому актуальним залишається моніторинг ступеня забруднення водного середовища. Сучасне водокористування в басейні р. Дністер демонструє різне поєднання зміни обсягів водозабору та обсягів скидів забруднених вод у часі. Нагальною є проблема погіршення якості води після виходу р. Дністер із території Республіки Молдова.

Метою роботи стало проведення інтегрального оцінювання ступеня забруднення водного середовища пониззя річки Дністер упродовж 2011–2020 рр.

У статті наведено часову динаміку зміни ступеня забруднення водного середовища у створі р. Дністер – с. Маяки (16 км від гирла) за гідрохімічними показниками. За спостереженнями впродовж 2011–2020 рр. відбувається стійке зменшення середньорічних концентрацій хлоридів, сульфатів та завислих речовин. У 2020 р. фіксується перевищення щомісячних концентрацій загального азоту та збільшення гранично допустимих концентрацій нітритів. Здійснено інтегральне оцінювання ступеня забруднення водного середовища пониззя р. Дністер за 2011–2020 рр., відповідно до нормативів якості поверхневих водних об'єктів, призначених для рибогосподарських потреб, за коефіцієнтом забруднення вод, який враховує ефект сумації забруднювальних речовин. Акцентовано увагу на прямо пропорційній залежності коефіцієнта забруднення вод від обсягу зворотних забруднених вод, що відводяться у поверхневі водні об'єкти (2017–2019 рр.).

Доведено необхідність вживання суб'єктами господарювання природоохоронних заходів, спрямованих на зменшення надходження у поверхневі води пониззя р. Дністер забруднених зворотних вод із вмістом речовин, які мають ефект сумації.

Ключові слова: ступінь забруднення, інтегральне оцінювання, річка Дністер.

Ірина ШАХМАН

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Geography and Ecology, Kherson State University, 27 Universitetska str., Kherson, Ukraine, 73000

ORCID: 0000-0001-6204-4410

Scopus-Author ID: 57198424698

To cite this article: Shakhman, I. (2021). Integralne otsiniuvannia stupenia zabrudnennia vodnoho seredovyscha ponyzzia richky Dnister [The water pollution degree integrated assessment of the Lower Section of the Dniester River]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 3, 63–69, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2021-3-10>

THE WATER POLLUTION DEGREE INTEGRATED ASSESSMENT OF THE LOWER SECTION OF THE DNIESTER RIVER

Surface fresh water resources ensure the viability of human society and biota, they are limited and vulnerable. Intensive use of river water resources for the needs of society leads to changes in the hydroecological state of water bodies, so monitoring the degree of pollution of the aquatic environment remains relevant. Modern water use in the Dniester River basin demonstrates a different combination of changes in water intake and discharges of polluted water over time. The

problem of deterioration of river water quality after the Dniester River leaves the territory of the Republic of Moldova is especially acute.

The purpose of the paper was to conduct the water pollution degree integrated assessment of the Lower Section of the Dniester River for the period 2011–2020.

The article presents the temporal dynamics of changes in the degree of pollution of the aquatic environment in the Dniester River – village Mayaky (16 km from the river mouth) by hydrochemical parameters. During 2011–2020, there was a steady decrease in the average annual concentrations of Chlorides, Sulphates and Suspended solids. In 2020, there is an excess of monthly concentrations of total nitrogen and an increase above the maximum permissible concentrations of Nitrites. The water pollution degree integrated assessment of the Lower Section of the Dniester River for 2011–2020 in accordance with the quality standards of surface water bodies intended for fishery needs, according to the coefficient of water pollution, which takes into account the effect of summation of pollutants. Emphasis is placed on the directly proportional dependence of the coefficient of water pollution on the amount of return polluted water discharged into surface water bodies (2017–2019).

The necessity of carrying out environmental protection measures by economic entities aimed at reducing the inflow of surface return waters into the surface waters of the Dniester River, containing substances that have the effect of summation, has been proved.

Key words: *pollution degree, integrated assessment, the Dniester River.*

Актуальність проблеми. Важливою проблемою водозабезпечення України є збереження річок – основного, найбільш доступного джерела прісної води. Ієрархія екологічних систем, на вершині якої перебуває екосистема людини, залежить від наявності води та ступеня її забруднення. За дефіциту або суттєвого погіршення якості води відбувається деградація, розпад екосистем, включаючи екосистему людини. Основний вплив на водні ресурси чинять антропогенні фактори, зокрема, регулювання стоку водосховищами, агротехнічні заходи, лісомеліорація, комунальне і промислове водоспоживання та водовідведення, урбанізація тощо. Кількісне та якісне оцінювання ступеня забруднення річок складне, адже зміна якості води зумовлена просторово-часовими природними коливаннями стоку та антропогенним впливом. Тому, як і раніше, актуальними залишаються питання водної безпеки як України (Рішення Ради національної безпеки й оборони України, 2021), так і світу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема оцінювання стану якості вод басейну р. Дністер у 2015 р. займалися вчені Одеського екологічного університету (Колісник, 2015: 202). Науковці з'ясували, що поверхневі води Дністровського басейну в межах Вінницької області суттєво забруднені. Також були проведені дослідження якості питної води р. Дністер (водозбір за 1998–2012 рр.) (Романчук, 2015: 114). Вчені проаналізували якість води в місцях джерел централізованого питного водопостачання, відповідно до чинних нормативів, і дослідили зміни біогенних речовин упродовж характерних за водністю років.

Спеціалісти в межах проєкту ГЕФ «Сприяння трансграничному співробітництву і комплексному управлінню водними ресурсами в басейні річки Дністер» зробили оцінку екологічного та хімічного статусів поверхневих вод р. Дністер за 2018 рік (План управління трансграничним речним басейном, 2019: 83), відповідно до методики віднесення масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного та хімічного станів масиву поверхневих вод, а також методики віднесення штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод. Дослідники трансграничного масиву поверхневих вод басейну р. Дністер у межах території України наголосили на ризику недосягнення «доброго» екологічного та «доброго» хімічного статусів.

Дослідження стану поверхневих вод за хімічними показниками в басейні р. Дністер, яке проводилося лабораторією моніторингу вод Західного регіону в 2020 р., демонструє, що більшість забруднювальних речовин виявлено у водоймі на постах спостереження Одеської області, після виходу Дністра з території Республіки Молдова. Загальний аналіз лабораторних досліджень показав, що у 18 масивах поверхневих вод басейну р. Дністер вміст забруднювальних речовин перевищує екологічні нормативи, що відповідає II класу екологічного стану недосягнення «доброго» статусу (Хімічний стан, 2021: 3).

Результати просторово-часового аналізу екологічного стану трансграничних вод басейну р. Дністер за комплексними показниками екологічного стану впродовж 2011–2020 рр.

доводять, що екологічний стан р. Дністер у верхній течії оцінюється як нестійкий; у середній течії (трансграничний пост перед кордоном із Республікою Молдова: р. Дністер – м. Могилів-Подільський (631 км від гирла)) – стійкий із ознаками нестійкості; після виходу річкових вод із території Республіки Молдова також спостерігається нестійкий екологічний стан (Shakhman, 2021: 119).

Метою дослідження є інтегральне оцінювання ступеня забруднення водного середовища пониззя р. Дністер упродовж 2011–2020 рр.

Виклад основного матеріалу. Головними факторами антропогенного навантаження на поверхневі водні ресурси є як значне водоспоживання різними галузями економіки України та Республіки Молдова, так і скиди забруднених вод. Негативний вплив на екосистему річки від витоку до гирла переважно зумовлений виробничою діяльністю нафтопереробних заводів, хімічних комбінатів, підприємств вугільної, харчової, лісової промисловості, комунально-побутових, енергетичних підприємств, сільського господарства України.

Значний обсяг води, що забирається з природних джерел, як і раніше, втрачається під час її транспортування до водокористувачів, зокрема внаслідок фільтрації, витоків, аварій у системах подачі води від місця забору води до місця її використання.

Розвинене на території України і Республіки Молдова сільське господарство (виробництво зернових, овочів, садівництво, тваринництво) призводить до забруднення водних об'єктів мінеральними добривами і пестицидами.

Негативний вплив на ступінь забруднення водного середовища пониззя р. Дністер чинять підприємства Республіки Молдова (металургійний завод у м. Рибніца, цементні заводи міст Рибніца і Резина). Щорічний водозабір із басейну р. Дністер Республікою Молдова становить 754,0 млн м³ (96%). Загальний обсяг скинутих вод по країні досягає 667,0 млн м³,

з яких на басейн Дністра припадає 661,8 млн м³ (99%) (Сайт Днестровської комісії, 2021).

Останніми роками часова динаміка водокористування в басейні р. Дністер у межах Одеської області свідчить про зменшення водовідведення у Чорне море забруднених зворотних вод річкою Дністер (табл. 1) (Департамент екології та природних ресурсів, 2021).

Спостереження за якістю поверхневих вод басейну р. Дністер у його пониззі на території Одеської області проводять на двох постах р. Дністер (у с. Маяки та смт. Біляївка) та на чотирьох постах, розташованих на притоках р. Дністер, після виходу водотоків із території Республіки Молдова (Дністровське басейнове управління, 2020). У створах р. Дністер, розташованих на українській території до кордону з Республікою Молдова, якість води, як правило, вища, ніж після виходу з території Республіки Молдова, в Одеській області (Національна доповідь, 2019).

Методики, які були використані в попередніх дослідженнях (План управління трансграничним речним басейном, 2019), (Хімічний стан, 2021), ґрунтувалися на порівнянні фактичних кількісних показників якості води з гранично допустимими концентраціями без урахування потенційно можливого ефекту сумації забруднювальних речовин. Тому цікавим є інтегральне оцінювання ступеня забруднення водного середовища на основі комплексних показників, які враховують ефект сумації забруднювальних речовин (Бардов, 2006), (Юрасов, 2012). Це особливо важливо для пониззя р. Дністер, гідроекологічний режим якого впливає на формування унікальних природних систем Нижньодністровського національного природного парку.

Комплексні показники розраховуються за гідрохімічними параметрами і використовуються, коли необхідно простежити тенденцію просторово-часової зміни стану поверхневих вод під впливом природних та антропоген-

Таблиця 1

Забір, використання та відведення води в Чорне море річкою Дністер

Роки	Забрано води з природних водних об'єктів, млн м ³	Використано води, млн м ³	Водовідведення у поверхневі водні об'єкти	
			всього, млн м ³	з них забруднених зворотних вод, млн м ³
2017	156,0	102,8	11,94	10,743
2018	147,9	109,9	10,27	9,750
2019	162,6	113,2	10,90	0,407

них процесів (Bystriantseva, 2019), (Shakhman, 2021). Інтегральне оцінювання за гідрохімічними показниками складається з двох етапів: розрахунку кількісного показника й якісного оцінювання ступеня забруднення водного середовища (Бардов, 2006), (Юрасов, 2012).

Проаналізовано ступінь забруднення водного середовища пониззя р. Дністер у часі, відповідно до рибогосподарських нормативів, найбільш чутливих до зміни якості річкової води.

Порівняльний аналіз середньорічних концентрацій забруднювальних речовин за період спостережень 2011–2020 рр. для створу р. Дністер – с. Маяки (16 км від гирла) демонструє, що основні гідрохімічні параметри пониззя р. Дністер змінилися в широких межах (рис. 1).

Спостерігається поступове стійке зниження середньорічних концентрацій хлоридів і сульфатів, які менші за гранично допустимі концентрації (ГДК). Майже в межах норми у 2020 р. і концентрації завислих (суспендованих) речовин. Але водночас відзначається різке збільшення в 2020 р. середньорічної концентрації нітрит-іонів (16.11.2020 р. зафіксовано $4,50 \text{ мг/дм}^3$ за $\text{ГДК}_{\text{рГ}} = 0,08 \text{ мг/дм}^3$) та постійне перевищення норм синтетично поверхневих аніонних речовин (СПАР) від 40,3 ГДК у 2012 р. до 12,5 ГДК у 2014 р. Із 2020 р. відновлені спостереження за загальним азотом, показники якого в середньому

перевищують ГДК в 17 разів (Дністровське басейнове управління, 2020).

На наступному етапі дослідження здійснено інтегральне оцінювання ступеня забруднення водного середовища пониззя р. Дністер на основі розрахунку комплексного показника – коефіцієнта забруднення вод χ (Бардов, 2006), (Юрасов, 2012). Приклад розрахунку для створу р. Дністер – с. Маяки за 2020 р. за рибогосподарськими нормативами наведений у таблиці 2.

Зведені результати інтегрального оцінювання ступеня забруднення водного середовища пониззя р. Дністер за 2011–2020 рр., відповідно до нормативів якості поверхневих вод, призначених для потреб рибного господарства, представлені в таблиці 3.

Аналіз даних таблиць 1 і 3 демонструє прямо пропорційну залежність коефіцієнта забруднення вод χ від обсягу зворотних забруднених вод, що відводяться у поверхневі водні об'єкти.

Результати оцінювання ступеня забруднення водного середовища пониззя р. Дністер дозволяють рекомендувати суб'єктам господарської діяльності, розташованим у зоні впливу об'єкта дослідження, впровадження заходів, спрямованих на зменшення надходження у поверхневі води пониззя р. Дністер забруднювальних речовин, що мають ефект сумачії.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Здійснено оцінювання ступеня забруд-

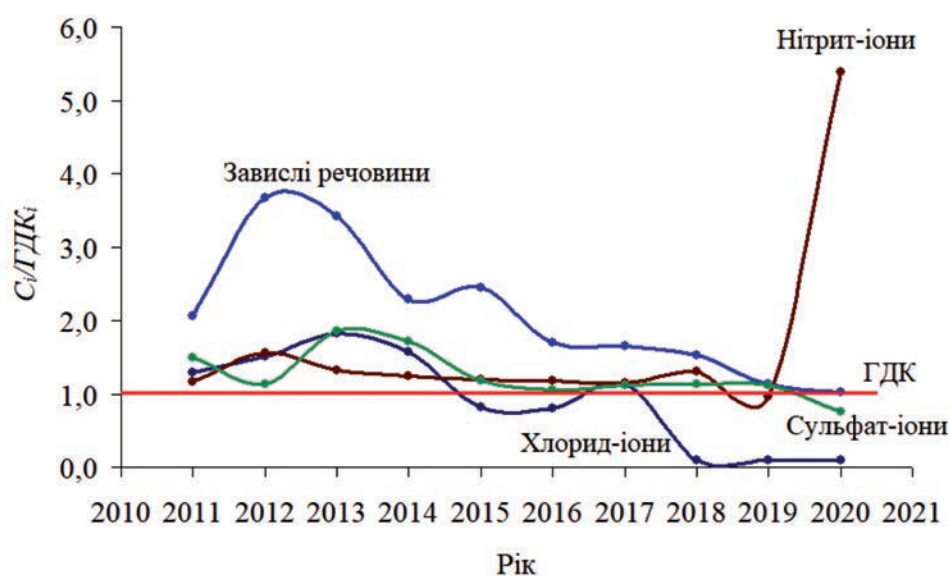


Рис. 1. Ступінь забруднення водного середовища р. Дністер – с. Маяки за гідрохімічними параметрами за період спостережень 2011–2020 рр.

**Інтегральне оцінювання ступеня забруднення водного середовища
понижзя р. Дністер у 2020 р.**

Показник	$C_i/ГДК_i$	3 пріоритетами			Без пріоритетів		
		ранг	$\varphi(i)$	$\varphi(i) C_i/ГДК_i$	ранг	$\varphi(i)$	$\varphi(i) C_i/ГДК_i$
БСК ₅	0,85	1	1,000000	0,850000	7	0,109375	0,092969
Розчинений кисень	0,62	4	0,500000	0,310000	9	0,035156	0,021797
Завислі речовини	1,03	8	0,062500	0,064375	4	0,500000	0,515000
Іон амонію	0,96	2	1,000000	0,960000	5	0,312500	0,300000
Нітрит-іони	5,39	6	0,187500	1,010625	2	1,000000	5,390000
Нітрат-іони	0,05	13	0,003174	0,000159	13	0,003174	0,000159
Хлорид-іони	0,10	11	0,010742	0,001074	11	0,010742	0,001074
Сульфат-іони	0,76	10	0,019531	0,014844	8	0,062500	0,047500
Фосфат-іони	0,09	12	0,005859	0,000527	12	0,005859	0,000527
СПАР	17,6	5	0,312500	5,500000	1	1,000000	17,60000
ХСК	0,90	9	0,035156	0,031640	6	0,187500	0,168750
Залізо	1,10	7	0,109375	0,120313	3	0,750000	0,825000
Нафтопродукти	0,20	3	0,750000	0,150000	10	0,019531	0,003906
Σ			3,996337	9,013557		3,996337	24,966682
$\chi = 9,013557/3,996337 = 2,26$ (припустима)				$\chi = 24,966682/3,993163 = 6,25$ (катастрофічна)			

Таблиця 3

**Зведені результати інтегрального
оцінювання ступеня забруднення
водного середовища
понижзя р. Дністер за 2011–2020 рр.**

Роки	Оцінка ступеня забруднення			
	з пріоритетами		без пріоритетів	
2011	2,84	припустима	8,52	катастрофічна
2012	3,92	істотна	11,8	катастрофічна
2013	2,00	припустима	5,86	катастрофічна
2014	1,58	мала	4,40	інтенсивна
2015	2,49	припустима	7,41	катастрофічна
2016	1,95	мала	5,01	катастрофічна
2017	2,47	припустима	6,69	катастрофічна
2018	2,43	припустима	6,68	катастрофічна
2019	1,97	мала	5,30	катастрофічна
2020	2,26	припустима	6,25	катастрофічна

нення водного середовища понижзя р. Дністер у часі, відповідно до рибогосподарських нормативів. Згідно зі спостереженнями впродовж 2011–2020 рр. відбувається стійке зменшення середньорічних концентрацій хлоридів, суль-

фатів і завислих речовин. У 2020 р. фіксується перевищення щомісячних концентрацій загального азоту та збільшення гранично допустимих концентрацій нітритів. Результати інтегрального оцінювання ступеня забруднення водного середовища понижзя р. Дністер демонструють переважно припустиме забруднення за розрахунок з пріоритетами та катастрофічний рівень забруднення за розрахунок без пріоритетів. Потенційно можливий ефект сумачії забруднювальних речовин спричинює гідроекологічний режим понижзя річки, який своєю чергою впливає на розвиток унікальних природних комплексів Нижньодністровського національного природного парку.

Одержані результати дослідження свідчать, що ступінь забруднення водного середовища понижзя р. Дністер зумовлений обсягами надходження забруднених зворотних вод, тому необхідно вживати природоохоронних заходів, спрямованих на зниження надходження у поверхневі води понижзя р. Дністер забруднювальних речовин, що мають ефект сумачії.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Про стан водних ресурсів України : рішення Ради національної безпеки й оборони України від 30 липня 2021 р. URL: <https://www.rnbo.gov.ua/ua/Ukazy/4954.html> (дата звернення: 06.09.2021).

2. Колісник А.В. Сучасний стан якості вод басейну річки Дністер на транскордонних ділянках. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2015. № 16. С. 202–208.
3. Оцінка якості води р. Дністер-водозабір за гідрохімічними показниками протягом 1998–2012 рр. та особливості змін біогенних речовин за характерні по водності роки / М.Є. Романчук та ін. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2015. № 19. С. 114–119.
4. План управління трансграничним речним басейном Дністра. URL: https://dniester-commission.com/wp-content/uploads/2019/07/Dniester_TDA_July2019.pdf (дата звернення: 06.05.2021).
5. Хімічний стан масивів поверхневих вод басейну Дністра у 2020 р. URL: <https://vodaif.gov.ua/wp-content/uploads/2021/02/PIDSUMOK-za-2020-rik-laboratoriya.pdf> (дата звернення: 08.09.2021).
6. Shakhman I.O., Bystriantseva A.M. Spatio-Temporal Analysis of the Ecological State of the Dniester River Transboundary Water. *Journal of Ecological Engineering*. 2021. No. 22 (9). P. 119–127.
7. Сайт Днестровской комиссии. URL: <https://dniester-commission.com/bassejn-reki-dnestr/region/> (дата звернення: 21.08.2021).
8. Департамент екології та природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації. URL: <https://ecology.odessa.gov.ua/zvti/> (дата звернення: 21.08.2021).
9. Дністровське басейнове управління водних ресурсів. URL: <https://vodaif.gov.ua> (дата звернення: 23.08.2021).
10. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2019 р. URL: <https://mepr.gov.ua/timeline/Nacionalni-dopovidi-pro-stan-navkolishnogo-prirodnogo-seredovishcha-v-Ukraini.html> (дата звернення: 03.09.2021).
11. Гігієна та екологія : підручник / В.Г. Бардов ; за ред. В.Г. Бардова. Вінниця : Нова Книга, 2006. 720 с.
12. Юрасов С.М., Сафранов Т.А., Чугай А.В. Оцінка якості природних вод : навчальний посібник. Одеса : Екологія, 2012. 168 с.
13. Bystriantseva A.M., Shakhman I.O., Bystriantsev M.V. Spatio-temporal representation of the ecological state of the surface waters of the Lower Section of the Dnieper River using GIS technologies. *Proc. ICTERI*. 2019. Issue 2387.
14. Shakhman I.O., Bystriantseva A.M. Water Quality Assessment of the Surface Water of the Southern Bug River Basin by Complex Indices. *Journal of Ecological Engineering*. 2021. No. 22 (1). P. 195–205.

REFERENCES:

1. Pro stan vodnykh resursiv Ukrainy : rishennia Rady natsionalnoi bezpeky i oborony Ukrainy vid 30 lypnia 2021 r. [Decision of the National Security and Defense Council of Ukraine of July 30, 2021 “On the state of water resources of Ukraine”] (2021). Retrieved from: <https://www.rnbo.gov.ua/ua/Ukazy/4954.html> (access: 06.09.2021). [in Ukrainian]
2. Kolisnyk, A.V. (2015) Suchasnyi stan yakosti vod baseinu richky Dnister na transkordonnykh diliankakh [Current situation of water quality Dniester River basin in transboundary areas]. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*. No. 16. [in Ukrainian]
3. Otsinka yakosti vody r. Dnister-vodozabir za hidrokhimichnymy pokaznykamy protiahom 1998–2012 rr. ta osoblyvosti zmin biohennykh rehovyn za kharakterni po vodnosti roky [Assesment of water quality of the Dniester River-water intake for 1998–2012. For typical water years]. (2015) / M.Y. Romanchuk et al. *Bulletin of Odessa State Ecological University*. No. 19. [in Ukrainian]
4. Plan upravleniya transhranychnim rechnim basseinom Dnestra [Transboundary river basin management plan]. (2019). Retrieved from: https://dniester-commission.com/wp-content/uploads/2019/07/Dniester_TDA_July2019.pdf (access: 06.05.2021). [in Russian]
5. Khimichni stan masyviv poverkhnevyykh vod baseinu Dnistra u 2020 rotsi [Chemical state of the Dniester River Basin surface water in 2020]. (2021). Retrieved from: <https://vodaif.gov.ua/wp-content/uploads/2021/02/PIDSUMOK-za-2020-rik-laboratoriya.pdf> (access: 08.09.2021). [in Ukrainian]
6. Shakhman, I.O., Bystriantseva, A.M. (2021) Spatio-Temporal Analysis of the Ecological State of the Dniester River Transboundary Water. *Journal of Ecological Engineering*. No. 22 (9). P. 119–127. [in English]
7. Sait Dnestrovskoi komysyy [Website of the Dniester Commission]. (2021). Retrieved from: <https://dniester-commission.com/bassejn-reki-dnestr/region/> (access: 21.08.2021). [in Russian]
8. Departament ekolohii ta pryrodnykh resursiv Odesskoi oblasnoi derzhavnoi administratsii [Department of Ecology and Natural Resources of the Odessa Regional State Administration]. (2021). Retrieved from: <https://ecology.odessa.gov.ua/zvti/> (access: 21.08.2021). [in Ukrainian]
9. Dnistrovske baseinove upravlinnia vodnykh resursiv [Dniester Basin Water Resources Management]. Retrieved from: <https://vodaif.gov.ua> (access: 23.08.2021). [in Ukrainian]
10. Natsionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovishcha v Ukraini u 2019 rotsi [National report on the state of the environment in Ukraine in 2019]. Retrieved from: <https://mepr.gov.ua/timeline/Nacionalni-dopovidi-pro-stan-navkolishnogo-prirodnogo-seredovishcha-v-Ukraini.html> (access: 03.09.2021). [in Ukrainian]

11. Hihiiena ta ekolohiia [Hygiene and ecology]. (2006) / V.G. Bardov et al. Vinnytsia : Nova Knyha. [in Ukrainian]
12. Yurasov, S.M., Safranov, T.A., Chugai, A.V. (2012) Otsinka yakosti pryrodnykh vod : navchalnyi posibnyk [Natural water quality assessment: a Textbook]. Odesa : Ekolohiia. 168 p. [in Ukrainian]
13. Bystriantseva, A.M., Shakhman, I.O., Bystriantsev, M.V. (2019) Spatio-temporal representation of the ecological state of the surface waters of the Lower Section of the Dnieper River using GIS technologies. *Proc. ICTERI*. 2019. Issue 2387. [in English]
14. Shakhman, I.O., Bystriantseva, A.M. (2021) Water Quality Assessment of the Surface Water of the Southern Bug River Basin by Complex Indices. *Journal of Ecological Engineering*. No. 22 (1). P. 195–205. [in English]