

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Gyser C. Entfernung von Phosphor aus Abwasser einer Getriebeherstellung in einer Pflanzenkläranlage. Diplomarbeit. 2013.
2. Reindl J. Erstellen von Konzepten für Dachpflanzenkläranlagen und Wirtschaftlichkeitsvergleich mit einer herkömmlichen chemischphysikalischen Abwasserbehandlungsanlage Diplomarbeit. 2006.
3. Zehnsdorf A., Willebrand K. C., Trabitzsch R., Knechtel S., Blumberg M., Müller R. A. Wetland roofs as an attractive option for decentralized water management and air conditioning enhancement in growing cities – A review. *Water*. 2019. № 11 (9). P. 1845.
4. Simper, N. Experimentelle und mathematische Beschreibung einer etablierten Dachpflanzenkläranlage, sowie Grundlagenversuche für weiterführende Erkenntnisse. Diplomarbeit. 2018.
5. Pradhan S., Al-Ghamdi S. G., Mackey H. R. Greywater recycling in buildings using living walls and green roofs: A review of the applicability and challenges. *Sci. Total Environ*. 2019. № 652. P. 330–344.
6. Rhodes, J. Entfernung von Phosphor aus Abwasser einer Getriebeherstellung in einer Pflanzenkläranlage. Bachelorarbeit. 2014.
7. Demchuk L. I., Alpatova O. M., Maksymenko I. Y. Environmental security as a component of national sustainability: worldview analysis. Publishing House “Baltija Publishing”, 2022.
8. Максименко І. Ю. Фіторемедіаційний потенціал антропогенно трансформованих біогідроекозів Малинської ОТГ. *Сучасні проблеми екології* : тези XVIII Всеукраїнської наукової on-line конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнародною участю (06 жовтня 2022 року). Житомир : Житомирська політехніка, 2022. 105 с. 2022. С. 53.

УДК 504.4.062.2:556.38

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.49>**ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ
СТОХІД ЗА МАКРОФІТНИМ ІНДЕКСОМ MIR****Цьось О.О.** – к.с.-г.н., доцент,доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища,
Волинський національний університет імені Лесі Українки**Боярин М.В.** – к.г.н., доцент,доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища,
Волинський національний університет імені Лесі Українки**Волошин В.У.** – к.т.н., доцент,доцент кафедри геодезії картографії та земельного кадастру,
Волинський національний університету імені Лесі Українки**Музиченко О.С.** – к.б.н., доцент,доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища,
Волинський національний університет імені Лесі Українки

У статті наведено результати досліджень щодо оцінки якості поверхневих вод з використанням Макрофітного індексу MIR за методикою Макрофітної оцінки річок (MMOR).

Фітоіндикаційні дослідження включені до державної системи моніторингу країн ЄС та України як один з методів біомоніторингу. Водні та прибережно-водні рослини чутливо реагують на зміну параметрів зовнішнього середовища, тому їх можна використовувати як індикатори рівня забруднення поверхневих вод.

У ході досліджень на тестових ділянках р. Стохід було виявлено 24 види водних та прибережно-водних рослин, на ділянці № 1 – 15 видів, на ділянці № 2 – 20 видів. Всі види належать до відділу Magnoliophyta, класів Magnoliopsida та Liliopsida. Найбільшою кількістю видів представлені родини Cyperaceae – 16,66% і Poaceae – 12,50%.

Індикативне значення відповідно до методики Макрофітної оцінки річок (MMOR) має 22 види рослин, в т. ч. на першій ділянці – 14 видів, на другій – 18 видів. Найбільша кількість видів відноситься до еко типу гідрофіти, або справжні водні рослини – 9 видів (40,91%). До еко типу гелофіти, або повітряно-водні рослини, належить 3 види (13,64%), до гігрогелофітів відноситься 6 видів (27,27%), гігрофіти представлені 4 видами (18,18%). За трофічним коефіцієнтом L 45,45% видів – це рослини евтрофно-мезотрофних водойм, по 27,27% – види приурочені до мезотрофних та евтрофних водойм.

Розрахунок макрофітного індексу MIR показав, що якість води у річці Стохід на тестовій ділянці № 1 належить до III класу екологічного стану поверхневих вод (MIR = 34,5), задовільна якість, евтрофний стан; на тестовій ділянці № 2 відноситься до II класу екологічного стану поверхневих вод (MIR = 39,4), добра якість, мезотрофний стан.

Ключові слова: річка Стохід, водні та прибережно-водні рослини, індекс макрофітів, екологічний стан поверхневих вод, якість води.

Tsos O.O., Boiaryn M.V., Voloshyn V.U., Muzychenko O.S. Assessment of the environmental state of surface waters of the Stokhid river by Macrophyte Index MIR

The article presents the results of research of the environmental state of surface waters using the Macrophyte Index MIR according to the methodology of the macrophyte assessment of rivers (MMOR).

Phytoindication methods are included in the state monitoring system of EU countries and Ukraine as one of the methods of biomonitoring. Aquatic and coastal aquatic plants respond sensitively to changes in the parameters of the external environment, so they can be used as indicators of the level of surface water pollution.

In the course of research, 24 species of aquatic and coastal aquatic plants were discovered at the test sites of the Stokhid River, 15 species at site No. 1, and 20 species at site No. 2. All species belong to the divisions Magnoliophyta, classes Magnoliopsida and Liliopsida. The largest number of species is represented by the families Cyperaceae – 16,66% and Poaceae – 12,50%.

Indicative value according to the methodology of the Macrophyte assessment of rivers (MMOR) has 22 species of plants, including 14 species at test site No. 1, 18 species at test site No. 2. The largest number of species belongs to the hydrophyte ecotype, or true aquatic plants – 9 species (40,91%). The ecotype of helophytes, or air-water plants, includes 3 species (13,64%), hygrophelophytes include 6 species (27,27%), hygrophytes are represented by 4 species (18,18%). According to the trophic factor L 45,45% of the species are plants of eutrophic-mesotrophic water bodies, 27,27% are species limited to mesotrophic and eutrophic water bodies.

The calculation of the macrophyte index MIR showed that the water quality in the Stokhid River at test site No. 1 belongs to class III, satisfactory category (MIR = 34,5), eutrophic state; on test site No. 2 belongs to class II, a good category (MIR = 39,4), mesotrophic state.

Key words: Stokhid River, aquatic and coastal aquatic plants, index of macrophytes, ecological condition of surface waters, water quality.

Постановка проблеми. Фітоіндикаційні дослідження включені до державної системи моніторингу країн ЄС та України як один з методів біомоніторингу. Водні та прибережно-водні рослини постійно зазнають тиску зовнішнього середовища і чутливо реагують на зміну його параметрів, зазнаючи їх чутливість до певних забруднювачів, можна провести польові дослідження протягом вегетаційного періоду та дізнатися середній рівень забруднюючих речовин. Хімічні та фізичні методи оцінки якості поверхневих вод забезпечують одномоментне визначення міри забруднення під час дослідження, в той час як біологічні методи дозволяють визначити вплив забруднюючих речовин в довготерміновій перспективі, що

особливо актуально для водних екосистем в умовах антропогенного навантаження [10; 11; 13].

Протягом довготривалого періоду річка Стохід зазнавала значного антропогенного втручання. У 1961–1973 рр. була проведена осушувальна меліорація, що охоплює до 30% площі басейну річки, також має вплив поверхневий стік з сільськогосподарських угідь, часткове використання в господарських цілях водоохоронної зони річки, потрапляння у поверхневі води господарсько-комунальних стоків, тощо. Антропогенне втручання впливає як на якість води річки, так і на видове біорізноманіття [1; 5; 8].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Результати дослідження та оцінка екологічного стану р. Стохід викладені в працях багатьох науковців. Зокрема, в праці Ситник Ю. М. з співавторами [8] зроблена оцінка та порівняння гідрохімічних показників річки за 1978, 1995 та 2000 роки. Проби відбирались вище і нижче за течією м. Любешів і у гирловій ділянці. В роботі зазначено, що за період з 70-х років 20 ст. до 2000 р. найбільше зросла концентрація заліза загального, у 2–2,5 рази та біогенних речовин, таких, як нітроген амонійний (в 13,4 рази), нітроген нітратний (в 4,0 рази), нітроген нітритний (в 2,9 рази), вміст фосфатів (у 3–5 разів). Автори вказують, що це може бути пов'язане з антропогенною діяльністю.

В праці Боярин М. В. та Нетробчук І. М. визначено інтегральні екологічні індекси та простежено їх просторову динаміку з 2007 по 2017 роки. Зазначено, що вода р. Стохід за середніми величинами належить до II класу якості води («добрі», «чисті») та 2 категорії («дуже добрі», «чисті» води), а за найгіршими величинами відноситься до II класу якості води («добрі», «чисті») та 3 категорії («добрі», «досить чисті»). Найгірші значення індексів мають показники трофо-сапробіологічного блоку, особливо сполуки нітрогену, що зумовлене надходженням недостатньо очищених стічних вод, поверхневого стоку з сільськогосподарських угідь, тощо [1].

Структуру природно-заповідного фонду в басейні р. Стохід, просторове розміщення природоохоронних територій, їх транспортну доступність до рекреантів розглянуто в праці Ковальчука І. П. зі співавторами [6].

Фітоіндикаційні дослідження екологічного стану р. Стохід не проводились, але такі дослідження у Волинській області за допомогою Макрофітної методики оцінки річок (MMOR) проходили в басейні р. Прип'ять та її приток Турії, Вижівки та Циру. Описано флористичний склад водних і прибережно-водних рослин, виявлено індикативні види, проведено аналіз екологічного стану та рівня трофності вищезазначених річок за гідрохімічними та фітоіндикаційними показниками, визначено вплив гідрохімічних показників на формування фітоіндикаційних критеріїв якості поверхневих вод річок [10; 12; 14].

Також проводились дослідження із застосуванням фітоіндикаційної методики оцінки річок (MMOR) якості води приток р. Західний Буг, річок Луга і Студянка [15].

Постановка завдання. Мета дослідження – визначення видового складу водних та прибережно-водних рослин та оцінка екологічного стану поверхневих вод річки Стохід за Макрофітною методикою MMOR.

Виклад основного матеріалу дослідження. Стохід – права притока річки Прип'ять, довжиною 188 км та площею басейну – 3155 км² (табл. 1). Річка бере початок поблизу с. Семеринське Володимирського (колишнього Локачинського) району на південному краї Поліської низовини, протікає в межах Волинської області та на півдні села Сваловичі Камінь-Каширського (колишнього Любешівського)

району, розташованого у межах Поліської низовини, впадає у р. Прип'ять. Річка має повільну течію, заболочену заплаву, нечітко виражені береги, а від с. Угриничі до гирла для русла річки характерним є розгалуження на багато рукавів, проток, стариць – «стоходів». У басейні р. Стоходу налічується 144 річки, з яких 12 довжиною понад 10 км і 132 – менше 10 км [3; 7; 9].

Екологічний стан річки Стохід оцінюється як задовільний і визначається кількома вагомими чинниками: впливом осушувальної меліорації (меліоративне осушення боліт, викорчовування, осушення розорювання заплавлених масивів, особливо активне у верхів'ї річки, зумовило зниження рівня підземних вод, замулення джерел і витоків малих річок, зміну режиму стоку); поверхневі стоки із сільськогосподарських угідь; недотриманням водоохоронного законодавства та часткове використання у господарських цілях водоохоронної зони річки (наявність господарських будівель та житлових споруд); потрапляння у поверхневі води комунально-побутових стоків житлових об'єктів (вигрібні ями) а також комунальних стоків КП «Любешів-Комфорт-Сервіс» м. Любешів. Проте, слід відмітити високу самоочисну здатність річки Стохід, яка зумовлена вищою водною рослинністю, якою вкрите русло річки [1].

Для дослідження було обрано дві тестові ділянки довжиною по 100 м, в межах яких знаходились точки відбору проб води з прив'язкою до існуючих створів державних моніторингових спостережень, що характеризуються різним рівнем антропогенного навантаження та задовольняють умови репрезентативності проведення гідроекологічних досліджень відносно впливу точкових і дифузних джерел забруднення (табл. 1).

Протягом вегетаційного періоду 2020–2021 рр. проводилось польові дослідження на обраних ділянках, укладався список видів макрофітів, визначалось проєктивне покриття кожного виду [16].

Таблиця 1

Тестові ділянки поблизу репрезентативних створів річки Стохід

№ ділянки	Адміністративне місцезнаходження тестової ділянки	Відстань від гирла річки, км	Обґрунтування репрезентативності
1	Вище за течією с. Линівка, середня частина русла річки	176,90	Фоновий створ, середня частина русла річки
2	м. Любешів	20,26	Контрольний створ, ділянка річки поблизу гирлової частини русла

На наступному етапі розраховували макрофітний індекс річки (MIR). Згідно методики Макрофітної оцінки річок MMOR, кожному виду водних рослин присвоюється два індексні номери. Перша цифра значення індексу – L , вказує на середній трофічний рівень середовища, в якому знаходиться вид. Трофічний індекс L коливається від 1 (для розвинених евтрофних процесів) до 10 (для оліготрофних вод). Друга цифра показника – ваговий коефіцієнт W . Це показник екологічної толерантності видів (від стено- (3) до евритопних (1)). За 9-бальною шкалою вказувався індекс проєктивного покриття P [10; 13].

Розрахунок макрофітного індексу річок MIR на основі даних польових досліджень проводили за формулою:

$$\text{MIR} = \frac{\sum (Li \times Wi \times Pi)}{\sum (Wi \times Pi)} \times 10$$

де MIR – макрофітний індекс річки;

Li – трофічний індекс виду;

Wi – ваговий коефіцієнт виду;

Pi – коефіцієнт проєктивного покриття виду за 9-бальною шкалою.

Відповідно до використаної методики, макрофітний індекс MIR може приймати значення від 10 (найгірші значення) до 100 (найкращі). У випадку рівнинних річок найвищі значення MIR не перевищують 60. Для річок різних типів визначено різні види-індикатори. Обчислені значення макрофітного індексу річок MIR відносяться до певного класу, що відповідає системі оцінки води відповідно до Водної рамкової директиви [2; 10; 13].

У ході дослідження флористичного складу р. Стохід описано 24 види водних та прибережно-водних рослин. З них на ділянці № 1 (поблизу с. Линівка) – 15 видів, на ділянці № 2 (м. Любешів) – 20 видів. Всі види належать до відділу *Magnoliophyta*, класів *Magnoliopsida* та *Liliopsida*, що включають 14 родин та 17 родів. Найбільшою кількістю видів представлені родини *Cyperaceae* – 4 види (16,66 %) і *Poaceae* – 3 види (12,50 %). До родин *Apiaceae*, *Polygonaceae*, *Araceae*, *Hydrocharitaceae*, *Potamogetonaceae* входить по два види (по 8,33 %), до решти родин – по одному виду (табл. 2).

Таблиця 2

Таксономічний склад водних і прибережно-водних рослин річки Стохід

	Родина	Кількість видів	Участь, %
Відділ <i>Magnoliophyta</i>			
Клас			
Magnoliopsida	<i>Apiaceae</i>	2	8,33
	<i>Boraginaceae</i>	1	4,17
	<i>Ceratophyllaceae</i>	1	4,17
	<i>Lamiaceae</i>	1	4,17
	<i>Nymphaeaceae</i>	1	4,17
	<i>Polygonaceae</i>	2	8,33
Liliopsida	<i>Acoraceae</i>	1	4,17
	<i>Alismataceae</i>	1	4,17
	<i>Araceae</i>	2	8,33
	<i>Hydrocharitaceae</i>	2	8,33
	<i>Potamogetonaceae</i>	2	8,33
	<i>Cyperaceae</i>	4	16,66
	<i>Juncaceae</i>	1	4,17
	<i>Poaceae</i>	3	12,50
Разом:	14	24	100

З виявлених видів водних та прибережно-водних рослин р. Стохід індикативне значення відповідно з Макрофітною методикою оцінки річок (MMOR) має 22 види рослин, в т. ч. на першій ділянці – 14 видів, на другій – 18 видів (табл. 3).

У результаті проведеного аналізу індикативних видів встановлено, що за трофічним коефіцієнтом L більшість видів – це рослини евтрофно-мезотрофних водойм, з них 10 видів (45,45%) мають трофічний індекс 4. Серед них: *Myosotis scorpiodes*, *Nuphar lutea*, *Persicaria amphibia*, *Sagittaria sagittifolia*, *Lemna trisulca*.

Ще 6 видів (27,27%) – рослини мезотрофних водойм з трофічним індексом $L = 5-7$. Це – *Oenanthe aquatica*, *Mentha aquatica*, *Sium latifolium*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Stratiotes aloides* та ін. Також зростає 6 видів (27,27%) – рослин евтрофних водойм з трофічним індексом $L=2-3$, а саме: *Ceratophyllum demersum*, *Persicaria hydropiper*, *Acorus calamus*, *Lemna minor*, *Glyceria maxima*, *Phalaris arundinacea* (табл. 3).

Таблиця 3

Видовий склад індикаторних видів водних і прибережно-водних рослин річки Стохід

№ з/п	Назва рослини	Li^*	Wi^{**}	р. Стохід (с. Лівівка) P^{***}	р. Стохід (м. Любешів) P^{***}
1	<i>Oenanthe aquatica</i> (L.) Омег водяний	5	1	–	1
2	<i>Sium latifolium</i> L. Вех широколистий	7	1	–	1
3	<i>Myosotis scorpiodes</i> L. Незабудка болотна	4	1	3	2
4	<i>Ceratophyllum demersum</i> L. Кушир занурений	2	3	2	–
5	<i>Mentha aquatica</i> L. М'ята водяна	5	1	2	2
6	<i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith. Глечики жовті	4	2	–	5
7	<i>Persicaria amphibia</i> (L.) S.F.Gray Гірчак земноводний	4	1	–	2
8	<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Delarb. Гірчак перцевий	3	1	2	2
9	<i>Acorus calamus</i> L. Лепеха звичайна	2	3	–	4
10	<i>Sagittaria sagittifolia</i> L. Стрілолист стрілолистий	4	2	2	4
11	<i>Lemna minor</i> L. Ряска мала	2	2	3	3
12	<i>Lemna trisulca</i> L. Ряска триборозенчаста	4	2	–	2
13	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L. Жабурник звичайний	6	2	2	3
14	<i>Stratiotes aloides</i> L. Водяний різак звичайний	6	2	–	4
15	<i>Potamogeton lucens</i> L. Рдесник блискучий	4	3	2	2
16	<i>Potamogeton natans</i> L. Рдесник плаваючий	4	1	3	2
17	<i>Carex acuta</i> L. Осока гостра	5	1	2	3
18	<i>Carex riparia</i> Curtis Осока побережна	4	2	2	–
19	<i>Carex acutiformis</i> Ehrh. Осока гостровидна	4	1	2	–
20	<i>Scirpus lacustris</i> L. Куга озерна	4	2	–	2
21	<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb. Лепешняк великий	3	1	6	4
22	<i>Phalaris arundinacea</i> L. Очеретянка звичайна	2	1	5	–
Всього індикативних видів:				14	18

Li^* – трофічний індекс виду;

Wi^{**} – ваговий коефіцієнт виду;

Pi^{***} – коефіцієнт проєктивного покриття виду за 9-бальною шкалою.

За екологічною толерантністю 11 видів (50 %) є евритопними з ваговим коефіцієнтом $W = 1$. Стенопних видів з ваговим коефіцієнтом $W = 3$ всього три (13,64%): *Ceratophyllum demersum* (ділянка № 1), *Acorus calamus* (ділянки № 1 і № 2) та *Potamogeton lucens* (ділянки № 1 та № 2).

Найбільше проєктивне покриття на тестовій ділянці № 1 (вище с. Линівка) мають такі індикативні види – *Glyceria maxima* (20%) та *Phalaris arundinacea* (5%). На тестовій ділянці № 2 (м. Любешів) – *Nuphar lutea* (5%), *Sagittaria sagittifolia* (5%), *Acorus calamus* (3%) та *Stratiotes aloides* (3%).

Згідно класифікації водних і прибережно-водних рослин за екотипами виділяють 5 груп: гідрофіти, або справжні водні рослини, гелофіти або повітряно-водні рослини, гірогелофіти, гідрофіти і гіро-мезо- та мезофіти [4].

До екотипу гідрофіти, або справжні водні рослини належить 9 видів (40,91%): *Ceratophyllum demersum* (занурені неукорінені рослини), *Nuphar lutea*, *Persicaria amphibia*, *Potamogeton natans* (укорінені з плаваючим листям), *Lemna minor* та *Lemna trisulca*, *Hydrocharis morsus-ranae* (вільноплаваючі), *Stratiotes aloides*, *Potamogeton lucens* (занурені укорінені) (рис. 1).

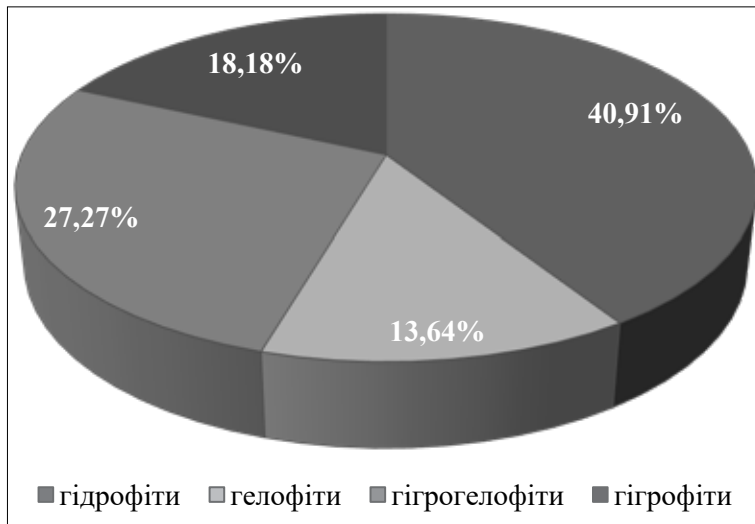


Рис. 1. Розподіл вищих водних та прибережно-водних рослин за екотипами на р. Стохід

До екотипу гелофіти, або повітряно-водні рослини, належить 3 види (13,64%). Зокрема, *Sagittaria sagittifolia*, *Scirpus lacustris* (низькотравні гелофіти), *Glyceria maxima* (високотравні гелофіти).

Гірогелофіти представлені 6 видами (27,27%): *Oenanthe aquatica*, *Sium latifolium*, *Acorus calamus*, *Carex acuta*, *C. riparia* та *C. acutiformis*. До екотипу гідрофіти належить 4 види (18,18%): *Myosotis scorpiodes*, *Mentha aquatica*, *Persicaria hydropiper*, *Phalaris arundinacea*.

В результаті розрахунку екологічного індексу макрофітів MIR за методикою Макрофітної оцінки річок (ММОР) встановлено, що якість води у річці Стохід на тестовій ділянці № 1 (вище с. Линівка, середня течія), належить до III класу екологічного стану поверхневих вод (MIR = 34,5), задовільна якість, евтрофний стан;

на тестовій ділянці № 2 (м. Любешів, нижня течія), належить до II класу екологічного стану поверхневих вод (MIR=39,4), добра якість, мезотрофний стан (табл. 4).

Таблиця 4

Оцінка екологічного стану річки Стохід на території Волинської області за макрофітами з використанням MIR

№	Пункти	MIR	Клас (категорія)	Назва категорії	Трофічний статус
1	Вище с. Линівка (середня течія)	34,5	III	задовільний	евтрофний
2	м. Любешів (нижня течія)	39,4	II	добрий	мезотрофний

Висновки. На тестових ділянках р. Стохід було виявлено 24 види водних та прибережно-водних рослин, на ділянці № 1 – 15 видів, на ділянці № 2 – 20 видів. Індикативне значення мають 22 види рослин, в т. ч. на першій ділянці – 14 видів, на другій – 18 видів. В результаті розрахунку екологічного індексу макрофітів MIR за методикою ММОР встановлено, що якість води у річці Стохід на тестовій ділянці № 1 (вище с. Линівка, середня течія) належить до III класу екологічного стану поверхневих вод (MIR=34,5), задовільна якість, евтрофний стан; на тестовій ділянці № 2 (м. Любешів, нижня течія), належить до II класу екологічного стану поверхневих вод (MIR=39,4), добра якість, мезотрофний стан.

В подальшому планується аналіз фізико-хімічних показників якості води р. Стохід за відповідний період і порівняння з даними фітоіндикаційних досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Боярин М. В., Нетробчук І. М. Екологічний стан поверхневих вод басейну р. Стохід. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. № 3–4 (28). 2017. С. 120–129.
2. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення: Вид. офіційне. Київ : Твій формат, 2006. 240 с.
3. Гопчак І. В. Екологічна оцінка стану поверхневих вод : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.07. Київ. нац. у-т імені Т. Г. Шевченка, Київ, 2007. 20 с.
4. Гроховська Ю. Р. Структурний аналіз водної флори Стир-Горинської частини басейну Прип'яті. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. № 3–4 (10–11). 2015. С. 38–47.
5. Зузук Ф. В., Колошко Л. К., Карпюк З. К. Осушені землі Волинської області та їх охорона. Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2012. 293 с.
6. Ковальчук І. П., Павловська Т. С., Савчук В. Д. *Часопис картографії*. Вип. 3. 2011. С. 82–91. URL: http://maptimes.inf.ua/CH_03.html
7. Регіональний офіс водних ресурсів у Волинській області. URL: <https://www.vodres.gov.ua/> (дата звернення 01.04.2023).
8. Ситник Ю. М., Арсан О. М., Морозова А. О. Гідрохімічні дослідження річок Стохід та Прип'ять влітку 2000 року. URL: <http://eprints.zu.edu.ua/2303/1/01/summary.pdf>
9. Сучасний екологічний стан та перспективи екологічно безпечного стійкого розвитку Волинської області / за ред. В. О. Фесюка. Київ : ТОВ «Підприємство ВІ ЕН ЕЙ», 2016. 316 с.
10. Цьось О. О., Музиченко О. С., Боярин М. В. Екологічна оцінка поверхневих вод приток верхів'я річки Прип'ять методами фітоіндикації : монографія. Луцьк : Вежа-Друк, 2022. 220 с.

11. Цьось О. О., Музиченко О. С., Боярин М. В. Становлення фітоіндикаційних підходів у системі моніторингу стану водних екосистем. *Таврійський науковий вісник. Серія «Сільськогосподарські науки»*. Вип. № 118. 2021. С. 382–388. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.49>
 12. Boiaryn M., Tsos O. Ocena stanu ekologicznego powierzchniowych wód rzeki Turia na podstawie makrofitowego indeksu rzecznoego (MIR). *Chemistry, Environment, Biotechnology*. Vol. 22. 2019. P. 7–12. DOI: <http://dx.doi.org/10.16926/cebj.2019.22.01>
 13. Ciecierska H., Dynowska M. Biologiczne metody oceny stanu srodowiska. Tom 2. Ekosystemy wodne. Podrecznik metodyczny. Olsztyn, 2013. 312 p.
 14. Myroslav S. Malovanyu, Maria Boiaryn, Oksana Muzychenko, Oksana Tsos. Assessment of the environmental state of surface water of right-bank tributaries of the upper reaches of the Pripet Rives by macrophyte index MIR. *Journal of water and land development*. № 55(X–XII).2022. P. 97–103. DOI: 10.24425/jwld.2022.142310
 15. Nekos A. N., Boiaryn M. V., Lugowska M., Tsos O. O., Netrobchuk I. M. Assessment of the ecological condition of the Western Bug river basin according to the Macrophyte index for rivers (MIR). *Вісник Харківського національного університету імені В. М. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. Вип. 54. 2021. С. 316–328. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2021-54-24>
 16. The International Plant Names Index. URL: <https://www.ipni.org/> (дата звернення 10.04.2023).
-