

Динаміка перифітону *Bacillariophyta* на різних етапах експлуатації водойми-охолоджувача Чорнобильської АЕС (Україна)

Щербак В.І.¹, Генкал С.І.², Семенюк Н.Є.¹

¹ Інститут гідробіології НАН України,
просп. Героїв Сталінграда, 12, Київ 04210, Україна
ek424nat@ukr.net, natasemenyuk@gmail.com

² Інститут біології внутрішніх вод ім. І.Д. Папаніна РАН,
сел. Борок, буд. 109, Некоузський р-н, Ярославська обл. 152742, Росія
genkal@ibiw.ru

Надійшла до редакції 23.02.2021. Після доопрацювання 07.06.2021. Підписана до друку 14.06.2021.
Опублікована 22.12.2021

Реферат. Вивчена багаторічна динаміка таксономічного складу діатомового перифітону водойми-охолоджувача Чорнобильської АЕС (ВО ЧАЕС) у різні періоди її експлуатації: доаварійний, післяаварійний і сучасний. Показано, що найбільша різноманітність домінуючого комплексу діатомей виявлена в післяаварійний період, що пояснюється зниженням температури води і появою нових біотопів. Великомасштабне спрацювання рівня водойми-охолоджувача в сучасний період призвело до зменшення площі водного дзеркала і зниження різноманітності біотопів, що зумовило скорочення кількості домінуючих видів *Bacillariophyta*. Вивчення сучасного таксономічного складу фітоперифітону ВО ЧАЕС за допомогою світлової та скануючої електронної мікроскопії дозволило виявити 141 вид діатомових водоростей, представлених 143 внутрішньовидовими таксонами, враховуючи ті, що містять номенклатурний тип виду, з 45 родів, 20 родин, 12 порядків і 3 класів. Новими для флори України є 14 видів і різновидів *Bacillariophyta* з родів *Amphora* Ehrenberg, *Gomphonema* Ehrenberg, *Hippodonta* Lange-Bertalot, Witkowski et Metzeltin, *Karayevia* Round, *Bukhtiyarova* ex Round, *Navicula* Bory, *Placoneis* Mereschkowsky, *Planothidium* Round et *Bukhtiyarova*, *Psammothidium* *Bukhtiyarova* & Round і *Sellaphora* Mereschkowsky. Встановлено, що підвищене забруднення ВО ЧАЕС техногенними радіонуклідами ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs і великомасштабне спрацю-

вання рівня води не викликало істотної деградації діатомового фітоперифітону, який і в нових екологічних умовах характеризується високим таксономічним багатством і просторовою гетерогенністю.

Ключові слова: *Bacillariophyta*, фітоперифітон, водойма-охолоджувач Чорнобильської АЕС, Україна, скануюча електронна мікроскопія

Вступ

Важливим компонентом автотрофної ланки водойм-охолоджувачів атомних електростанцій (ВО АЕС) є мікроскопічні водорості фітообростань (фітоперифітон). Відомо, що в таксономічному складі фітоперифітону провідне місце належить *Bacillariophyta*, які в основному представлені пеннатними формами (Kulikovskiy et al., 2016; Semenyuk, Shcherbak, 2016; Shcherbak et al., 2019). Висока різноманітність діатомей пояснюється тим, що незалежно від типу, походження та періоду експлуатації водойми-охолоджувача, в ньому представлена велика кількість твердих субстратів – від облицювання скидних каналів (підігрітих вод), водозабірних каналів (охолоджених вод, що надходять із джерел водозабору), різних дамб, відкосів до вищої водної рослинності. Вважаємо, що таксономічне, кількісне різноманіття, структура ценозів *Bacillariophyta* ВО АЕС суттєво залежать від впливу різних антропогенних чинників. Основними з них є:

- радіонуклідне забруднення техногенними ізотопами ^{137}Cs , ^{90}Sr ;
- теплове забруднення, зумовлене скиданням у ВО підігрітих вод з енергетичних блоків АЕС;
- великомасштабний гідротехнічний вплив, що проявляється в значному спрацюванні рівня ВО.

Прикладом впливу кожного з цих чинників є багаторічна експлуатація ВО ЧАЕС від введення її в дію до сучасного періоду (1978–2018).

Мета роботи – дослідити багаторічну динаміку таксономічного складу діатомового перифітону ВО ЧАЕС у різні періоди її експлуатації.

Матеріали та методи

Водойма-охолоджувач Чорнобильської АЕС – штучно створена екосистема, розташована в заплаві р. Прип'ять. Її береги сформовані захисною дамбою довжиною 25 км, шириною 70–100 м і висотою 5,7 м. До великомасштабного спрацювання рівня ВО ЧАЕС її довжина становила 11 км, середня ширина 2 км, площа 22,7 км², глибина 4–7 м, а на окремих ділянках – 18–20 м, об'єм 149 млн м³. Рівень води у водоймі становив 110,2 м Бс і залишався в цих межах і після виведення АЕС з експлуатації

(Gudkov et al., 2018; Bugai et al., 2019) (рис. 1, а). У травні 2014 р. були відключені насоси, які закачували воду до ВО з р. Прип'ять, і почалося зниження рівня води у водоймі (Gudkov et al., 2018). Влітку 2016 р. рівень знизився на 4 м. Осушена зона дна ВО ЧАЕС досягла 40% початкового водного дзеркала (Gudkov et al., 2018; Bugai et al., 2019). Дана ситуація збереглася й на сьогодні (рис. 1, б).

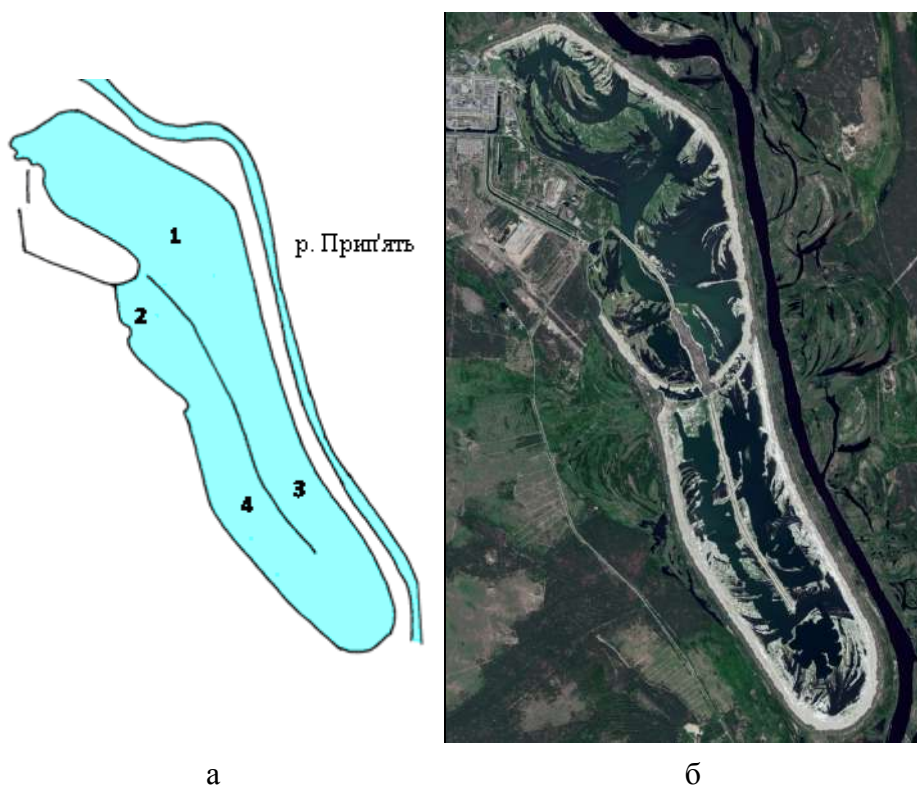


Рис. 1. Водойма-охолоджувач ЧАЕС (Gudkov et al., 2018): а – карта-схема до великомасштабного спрацювання рівня (1 – північно-східна частина, 2 – північно-західна, 3 – південно-східна, 4 – південно-західна); б – космічний знімок ВО ЧАЕС після спрацювання рівня води (Google Earth © у травні 2018 р.)

Дослідження фітоперифітону ВО ЧАЕС проводили після великомасштабного спрацювання рівня води (вегетаційні сезони 2016–2018 рр.). Проби водоростей відбирали з кам'яних і деревних субстратів на станціях спостереження, розташованих у північно-східній, північно-західній, південно-східній і південно-західній частинах водойми (Shcherbak et al., 2018). Таксономічний склад водоростей визначали під світловим мікроскопом МББ-1А з окуляром 7×, імерсійним об'єктивом 90× (Semenyuk, Shcherbak, 2016).

Для уточнення таксономічного складу діатомей готували постійні препарати діатомових водоростей методом холодного спалювання (Genkal, 1993) й досліджували їх у скануючому електронному мікроскопі JSM-25S.

Використовували сучасні визначники і систематичні зведення по *Bacillariophyta*: 1997a, b, 2000, 2002, 2003; Krammer, Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a, b; Krammer, Moser, 1994; Lange-Bertalot, Genkal, 1999; Reichardt, 1999; Lange-Bertalot, 2001; Levkov, 2009; Lange-Bertalot et al., 2011, 2017; Levkov et al., 2013, 2016; Genkal et al., 2015; Kulikovskiy et al., 2016; Genkal, Yarushina, 2018. До домінуючих і субдомінуючих видів відносили види, чисельність або біомаса яких становила не менше 5% загальних кількісних показників проби фітоперифітону.

Результати та обговорення

Аналіз літературних даних дозволив виділити кілька періодів експлуатації ВО ЧАЕС з відповідним таксономічним складом діатомей.

Доаварійний період водойми-охолоджувача був представлений 426 видами водоростей, значну частину яких (до 53–59%) формували *Bacillariophyta* (Калениченко, 1991). Найбільшою таксономічною різноманітністю характеризувалися *Pennatophyceae*, порядки *Fragilariales* і *Naviculales* з домінуванням видів родів *Navicula* Bory, *Gomphonema* Ehrenberg, *Achnanthes* Bory, *Cymbella* C.Agardh, *Nitzschia* Hassall. Найбільшу кількість видів виявлено на ділянках з температурою води 21,2–22,8 °C (північно-східна і південно-східна частини), а найменшу – в північно-західній частині, що знаходиться під впливом підігрітих вод, які надходять з потокорозподільчої дамби, температура яких в літній період могла досягати +34 °C (Калениченко, 1991). Домінуючий комплекс був представлений 14 видами (табл. 1).

Таблиця 1. Домінуючий комплекс діатомей фітоперифітону ВО ЧАЕС на різних етапах її експлуатації

Вид-домінант	Період експлуатації ВО ЧАЕС		
	доаварійний (1978–1985) ¹	посляаварійний (1994–1999) ^{2, 3}	сучасний (2016–2018) ⁴
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow	–	–	+
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	+	+	–
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	+	–	–
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehrenberg) Simonsen	–	+	–
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	+	+	–
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützting) J.B.Petersen	+	–	–

<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	+	+	-
<i>Ulnaria contracta</i> (Østrup) E.A.Morales & M.L.Vis	-	+	-
<i>Fragilariforma virescens</i> (Ralfs) D.M.Williams & Round	+	-	-
<i>Staurosira binodis</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot	-	-	+
<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg	-	-	+
<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot	-	-	+
<i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germain ex Gasse	-	+	-
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	+	+	-
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	+	+	+
<i>Navicula veneta</i> Kützing	-	+	-
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	-	+	-
<i>Gyrosigma strigilis</i> (W.Smith) Cleve	-	-	+
<i>Gomphoneis olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	-	-	+
<i>Gomphonema constrictum</i> var. <i>capitatum</i> (Ehrenberg) Grunow	-	+	-
<i>Gomphonema micropus</i> Kützing	-	+	-
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	-	+	-
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	-	+	-
<i>Encyonema elginense</i> (Krammer) D.G.Mann	-	+	-
<i>Encyonema leibleinii</i> (C.Agardh) W.J.Silva, R.Jahn, T.A.V.Ludwig & M.Menezes	+	-	-
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G.Mann	-	+	-
<i>Encyonema prostratum</i> (Berkeley) Kützing	-	-	+
<i>Encyonema ventricosum</i> (C.Agardh) Grunow	-	+	-
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	-	+	-
<i>Cymbella cymbiformis</i> C.Agardh	+	-	+
<i>Cymbella helvetica</i> Kützing	-	+	-
<i>Cymbella lanceolata</i> C.Agardh	-	+	-
<i>Cymbella subcistula</i> Krammer	-	-	+
<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) Van Heurck	-	+	-
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	-	+	-
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	-	+	+

<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	–	+	–
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	–	+	–
<i>Achnanthes gibberula</i> Grunow	–	+	–
<i>Lemnicola exigua</i> (Grunow) Kulikovskiy, Witkowski & Plinski	+	–	–
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O.Müller	–	+	–
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson			+
<i>Epithemia sorex</i> Kützing	–	+	+
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst	+	–	–
<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch ex Cleve & Grunow	–	+	–
<i>Nitzschia kuetzingiana</i> Hilse	–	+	–
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	+	+	–
<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow	–	+	–
<i>Nitzschia subtilis</i> (Kützing) Grunow	–	+	–
<i>Surirella librile</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	+	–	–

Примітка. Домінуючий комплекс діатомей фітоперифітону в до- і післяаварійний періоди за даними: 1 – Kalenichenko, 1991; 2 – Shevchenko, Klenus, 1997; 3 – Shevchenko, 2004; 4 – за оригінальними даними.

Радіоактивність води становила: $^{137}\text{Cs} - 0,04 \text{ Бк/дм}^3$, $^{90}\text{Sr} - 0,002 \text{ Бк/дм}^3$ (Kaglyan et al., 2019).

Післяаварійний період. Домінуючий комплекс діатомового перифітону був представлений 33 видами (Shevchenko, Klenus, 1997, Shevchenko, 2004, табл. 1). Збільшення різноманітності діатомей можна пояснити тим, що в післяаварійний період кількість експлуатованих блоків зменшилася. Це призвело до зниження максимальних температур, які в літні місяці в районі скидання підігрітої води через потокорозподільчу дамбу не перевищували $29,2-29,8 \text{ }^\circ\text{C}$ (Shcherbak, 1999), також зменшилася площа підігрітих вод. Після повного виведення ЧАЕС з експлуатації (2000 р.) температура у водоймі-охолоджувачі урівноважилася і стала відповідати природній, а кількість біотопів з різною температурою відповідно зменшилася. Радіоактивний фон у цей час був досить високим: $^{137}\text{Cs} - 1,59-2,21 \text{ Бк/дм}^3$, $^{90}\text{Sr} - 1,00-2,84 \text{ Бк/дм}^3$ (Kaglyan et al., 2019).

Сучасний період. Дослідження, проведені нами після великомасштабного спрацювання рівня 2016–2018 рр., показали, що температура води відповідала природній і в літні місяці не перевищувала $25,9-26,3 \text{ }^\circ\text{C}$, а

радіонуклідне забруднення стабілізувалося на більш низькому рівні: ^{137}Cs – до 0,95 Бк/дм³, ^{90}Sr – до 0,94 Бк/дм³ (Kaglyan et al., 2019).

Вважаємо, що великомасштабне спрацювання рівня води призвело до зниження кількості біотопів та їх різноманітності, що зумовило зменшення кількості домінантів і субдомінантів, які на даний час представлені 13 видами (див. табл. 1).

Порівняльний аналіз домінуючих комплексів фітоперифітону в різні періоди експлуатації ВО ЧАЕС показав їхні істотні відмінності. Коефіцієнт Серенсена K_S у різні періоди становив 0,13–0,26. Максимальна схожість ($K_S = 0,26$) зареєстрована для водоростевих угруповань у доаварійний (1978–1985) та післяаварійний періоди (1994–1999). Найбільшою специфічністю відрізнявся фітоперифітон у сучасний період (2016–2018). Коефіцієнт Серенсена між доаварійним і сучасним періодами становив 0,15, а між післяаварійним і сучасним – 0,13. Отже, великомасштабне спрацювання рівня води призвело до істотної перебудови фітоперифітону ВО ЧАЕС.

Всього за 2016–2018 рр. у фітоперифітоні ВО ЧАЕС виявлено 141 вид діатомей, представлений 143 внутрішньовидовими таксонами, враховуючи ті, що містять номенклатурний тип виду, які відносяться до 45 родів, 20 родин, 12 порядків і 3 класів: *Coscinodiscophyceae*, *Fragilariophyceae*, *Bacillariophyceae* (табл. 2). Список *Bacillariophyta*, виявлених у фітоперифітоні ВО ЧАЕС у 2016–2018 рр., наведений нижче.

Основу таксономічного різноманіття формували *Bacillariophyceae* – 30 родів і 112 видів (79% загальної кількості видів). Найбільшою кількістю видів представлені порядки *Naviculales* (41 вид, 29%), *Symbellales* (34 види, 24%), *Achnanthes* (18 видів, 13%), а на рівні родин основу фітоперифітону формували *Naviculaceae* (25 видів, 18%), *Symbellaceae* (22 види, 16%), *Fragilariaceae* (14 видів, 10%) і *Gomphonemataceae* (11 видів, 8%).

Провідними родами були *Navicula* (22 види, 16%), *Symbella* (9 видів, 6%), *Gomphonema* (9 видів, 6%), *Sellaphora* (8 видів, 6%), *Nitzschia* (7 видів, 5%), *Amphora* (5 видів, 4%) і *Cocconeis* (5 видів, 4%).

Вперше виявлено 14 видів і різновидів пенатних діатомових водоростей фітоперифітону, які є новими для флори України. Наводимо короткі діагнози, а також мікрофотографії деяких із них, отримані в скануючому електронному мікроскопі (Табл. I, II):

Amphora meridionalis Levkov (Табл. I, 1, 2). Стулки 20–31 мкм завд., 5,7–6,4 мкм завш., штрихів 13–14 в 10 мкм. У нашому зразку стулки відрізняються від опису (Levkov, 2009) більшою шириною (4–5,5 мкм) і меншим значенням числа штрихів в 10 мкм (15–18), що обумовлено, на нашу думку, міжпопуляційною мінливістю.

Таблиця 2. Таксономічне різноманіття *Bacillariophyta* ВО ЧАЕС у період 2016–2018 рр.

Клас	Порядок	Родина	Рід	Вид	Ввт	Визначений до роду
<i>Coccinodisco- phyceae</i>	<i>Thalassiosirales</i> Glezer et Makarova	<i>Thalassiosiraceae</i> Lebour	1	3	3	–
		<i>Stephanodiscaceae</i> Glezer et Makarova	4	8	8	–
	<i>Aulacoseirales</i> Crawford	<i>Aulacoseiraceae</i> Crawford	1	3	3	–
	<i>Coccinodiscales</i> Round, Crawford	<i>Hemidiscaceae</i> Hendey	1	1	1	–
<i>Fragilario- phyceae</i>	<i>Fragilariales</i> Silva emend. Round, Crawford et Mann	<i>Fragilariaceae</i> Greville	8	14	14	–
<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Mastogloiales</i> D.G.Mann	<i>Mastogloiaceae</i> Mereschkowsky	1	2	2	–
	<i>Cymbellales</i> D.G.Mann	<i>Anomoeoneidaceae</i> D.G.Mann	1	1	1	–
		<i>Cymbellaceae</i> Greville	6	22	22	2
		<i>Gomphonemataceae</i> Kützing	3	11	11	1
	<i>Achnanthes</i> Silva	<i>Cocconeidaceae</i> Kützing	1	5	6	1
		<i>Achnanthidiaceae</i> D.G.Mann	4	13	13	–
	<i>Naviculales</i> Bessey sensu emend. Round, Crawford et D.G.Mann	<i>Sellaphoraceae</i> Mereschkowsky	2	9	9	–
		<i>Pinnulariaceae</i> D.G.Mann	2	3	3	–
		<i>Naviculaceae</i> Kützing	2	25	25	2
		<i>Pleurosigmataceae</i> Mereschkowsky	1	2	2	–
		<i>Stauroneidaceae</i> D.G.Mann	1	2	2	–
	<i>Thalassiosiphysales</i> D.G.Mann	<i>Catenulaceae</i> Mereschkowsky	1	5	6	–
	<i>Bacillariales</i> Hendey	<i>Bacillariaceae</i> Ehrenberg	2	8	8	2
<i>Rhopalodiales</i> D.G.Mann	<i>Rhopalodiaceae</i> (Karsten) Topachevskiy et Oksiyuk	2	3	3	–	
<i>Surirellales</i> D.G.Mann	<i>Surirellaceae</i> Kützing	1	1	1	–	

Європа (Levko, 2009).

Amphora ovalis var. *lata* Levko (Табл. I, 3–5). Стулки 60–82 завд., 17,6–20 мкм завш., штрихів 9 в 10 мкм.

Європа (Levko, 2009).

Cocconeis pseudolineata (Geitler) Lange-Bertalot (Табл. I, 6). Стулка 28,9 мкм завд., 17,8 мкм завш., штрихів 20 в 10 мкм.

Рідкісний вид для флори України, відомий лише з водойм Полтавськорівнинного альгофлористичного району (Krivosheia, 2020).

Європа (Krammer, Lange-Bertalot, 1991b).

Список видів *Bacillariophyta* фітоперифітону ВО Чорнобильської АЕС
у період 2016–2018 рр.

Таксон	Частини ВО ЧАЕС			
	ПнСЧ	ПнЗЧ	ПдСЧ	ПдЗЧ
<i>Thalassiosira duostra</i> Pienaar	+	+	–	–
<i>T. faurii</i> (Gasse) Hasle	+	–	–	–
<i>T. incerta</i> Makarova	–	–	–	+
<i>Cyclostephanos dubius</i> (Fricke) Round	+	+	–	–
<i>Cyclotella atomus</i> Hustedt	+	–	–	–
<i>C. meneghiniana</i> Kützing	+	+	+	–
<i>Discostella pseudostelligera</i> (Hustedt) Houk et Klee	+	–	–	–
<i>Stephanodiscus delicatus</i> Genkal	+	+	+	+
<i>S. hantzschii</i> Grunow	+	+	+	+
<i>S. makarovae</i> Genkal	+	–	+	–
<i>S. neoastreae</i> Håkansson et Hickel emend. Casper, Scheffler et Augsten	+	+	+	+
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	–	+	–	–
<i>A. granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	+	–	–	–
<i>A. italica</i> (Ehrenberg) Simonsen	+	–	–	–
<i>Actinocyclus normanii</i> (Gregory ex Greville) Hustedt	+	–	+	+
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	–	–	–	+
<i>Fragilaria bidens</i> Heiberg	–	+	–	+
<i>F. vaucheriae</i> (Kützing) Petersen	+	+	+	–
<i>Meridion circulare</i> (Greville) Agardh	+	–	–	–
<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grunow) D.M. Williams et Round	–	+	+	–
<i>Punctastriata ovalis</i> Williams et Round	+	–	+	+
<i>Staurosira binodis</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot	+	+	–	–
<i>S. construens</i> Ehrenberg	–	+	–	–
<i>S. subsalina</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	–	+	–	+
<i>S. venter</i> (Ehrenberg) Grunow	–	+	+	+
<i>Staurosirella martyi</i> (Héribaud) Morales et Manoylov	–	+	–	+
<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	–	+	–	+
<i>U. biceps</i> (Kützing) Compère	+	–	–	–
<i>U. ulna</i> (Nitzsch) Compère	–	+	–	–
<i>Aneumastus stroesei</i> Mann et Stickle	+	+	+	+
<i>A. tusculus</i> (Ehrenberg) Mann et Stickle	+	+	–	–
<i>Anomooneis sphaerophora</i> f. <i>sculpta</i> (Ehrenberg) Krammer	+	+	–	–
<i>Cymbella cymbiformis</i> Agardh	+	+	–	+
<i>C. cf. excisa</i> Kützing	–	+	+	–
<i>C. helvetica</i> Kützing	–	–	–	+
<i>C. lanceolata</i> (Agardh) Agardh	–	+	+	–

Таксон	Частина ВО ЧАЕС			
	ПнСЧ	ПнЗЧ	ПдСЧ	ПдЗЧ
<i>Cymbella lange-bertalotii</i> Krammer	-	-	+	-
<i>C. proxima</i> Reimer	-	+	-	-
<i>C. subcistula</i> Krammer	+	+	+	+
<i>C. tumida</i> (Brébisson) Van Heurck	-	-	-	+
<i>Cymbella</i> sp. 1	-	-	+	-
<i>Encyonema caespitosum</i> var. <i>maxima</i> Krammer	+	+	+	+
<i>E. elginense</i> (Krammer) D.G.Mann	-	+	-	+
<i>E. prostratum</i> (Berkeley) Kützing	+	-	+	+
<i>Encyonopsis minuta</i> Krammer et Reichard	-	+	-	-
<i>Encyonopsis</i> sp.	+	+	-	-
<i>Geissleria decussis</i> (Oestrup) Lange-Bertalot et Metzeltin	+	+	-	-
<i>Paraplaconeis placentula</i> (Ehrenberg) Kulikovskiy	+	-	-	-
<i>P. prespanensis</i> (Levkov, Krstic et Navkov) Kulikovskiy et Lange-Bertalot	+	-	-	+
<i>Placoneis constans</i> (Hustedt) Cox	+	-	-	-
<i>P. gastrum</i> (Ehrenberg) Mereschkowsky	-	+	-	-
* <i>P. opportuna</i> (Hustedt) Chudaev et Golobova	-	-	-	+
<i>P. pseudanglica</i> (Lange-Bertalot) Cox	+	+	+	+
<i>P. signata</i> (Hustedt) A.Mayama	+	-	-	-
<i>Gomphoneis olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	+	+	-	-
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	-	+	-	-
<i>G. brebissonii</i> Kützing	-	+	-	-
* <i>G. curtum</i> Hustedt	+	-	-	+
<i>G. italicum</i> Kützing	+	+	-	+
* <i>G. lateripunctatum</i> E.Reichardt & Lange-Bertalot	+	-	-	-
<i>Gomphonema pala</i> Reichardt	+	+	-	-
<i>G. parvulum</i> (Kützing) Kützing	+	-	-	-
<i>G. subclavatum</i> (Grunow) Grunow	-	+	-	-
<i>Gomphonema</i> sp.	+	-	-	-
<i>Reimeria uniseriata</i> S.E.Sala, J.M.Guerreto et Ferrarii	-	+	-	-
<i>Cocconeis neodiminuta</i> Krammer	-	-	-	+
<i>C. neothumensis</i> Krammer	+	-	-	-
<i>C. pediculus</i> Ehrenberg	+	+	+	+
<i>C. placentula</i> var. <i>euglypta</i> Ehrenberg	+	+	+	+
<i>Cocconeis pseudolineata</i> (Geitler) Lange-Bertalot	-	-	+	-
<i>Cocconeis</i> sp.	-	+	+	-
<i>Achnanthydium eutrophilum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	+	+	+	+
<i>A. exile</i> (Kützing) Heiberg	-	+	-	-
<i>A. gracillum</i> (F.Meister) Lange-Bertalot	-	+	-	-
<i>A. jackii</i> Rabenhorst	-	+	-	-
<i>Karayevia clevei</i> Round et Bukhtiyarova	+	-	+	+

Таксон	Частини ВО ЧАЕС			
	ПнСЧ	ПнЗЧ	ПдСЧ	ПдЗЧ
<i>Karayevia laterostrata</i> (Hustedt) Round et Bukhtiyarova	-	-	-	+
* <i>K. nitidiformis</i> (Lange-Bertalot) Bukhtiyarova	-	-	+	+
<i>Planothidium delicatulum</i> (Kützing) Round et Bukhtiyarova	-	+	-	-
<i>P. granum</i> (Hohn et Hellermann) Lange-Bertalot	+	-	-	-
* <i>P. linkei</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	-	+	-	-
<i>P. rostratum</i> (Oestrup) Lange-Bertalot	-	+	-	-
* <i>Psammothidium grischunum</i> (Withrich) Bukhtiyarova et Round	+	+	-	-
* <i>P. marginulatum</i> (Grunow) Bukhtiyarova et Round	+	-	+	-
<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Stickle et D.G.Mann	+	+	-	-
<i>Sellaphora bacillum</i> (Ehrenberg) D.G.Mann	+	+	-	-
<i>S. cf. lange-bertalotii</i> Metzeltin	+	-	-	-
<i>S. mutatoides</i> Lange-Bertalot et Metzeltin	-	-	-	+
* <i>S. nigri</i> (DeNovaris) C.F.Wetzel et Ector	+	-	-	-
<i>S. obesa</i> D.G.Mann et Bayer	-	-	-	+
<i>S. parapupula</i> Lange-Bertalot	+	-	-	-
* <i>S. saprotolerans</i> Lange-Bertalot, G.Hofmann et Cantonati	+	-	-	-
* <i>S. schauburgii</i> (Lange-Bertalot et G.Hofmann) C.E.Wetzel et Ector	-	-	+	-
<i>Caloneis latiuscula</i> (Kützing) Cleve	+	-	-	-
<i>C. permagna</i> (Bailey) Cleve	+	-	-	-
<i>Pinnularia schoenfelderi</i> Krammer	-	+	-	-
<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin et Witkowski	+	-	-	+
<i>H. hungarica</i> (Grunow) Lange-Bertalot, Metzeltin et Witkowski	+	-	-	-
* <i>H. oloffarmanii</i> Vande Vijver et Jarlmann	+	-	-	-
<i>Navicula amphiceropsis</i> Lange-Bertalot et Rumrich	+	-	-	-
<i>N. antonii</i> Lange-Bertalot	+	+	+	-
<i>N. broetzii</i> Lange-Bertalot et Reichardt	+	-	-	-
<i>N. capitatoradiata</i> Germain	+	+	+	+
<i>N. cari</i> Ehrenberg	-	-	+	-
<i>N. cryptotenella</i> Lange-Bertalot	+	+	+	-
<i>N. libonensis</i> Schoeman	+	-	-	-
<i>N. oppugnata</i> Hustedt	+	-	-	-
<i>N. pseudolanceolata</i> Lange-Bertalot	+	-	-	-
<i>N. radiosa</i> Kützing	+	-	-	+
<i>N. reinhardtii</i> (Grunow) Grunow	+	-	-	+
<i>N. salinarum</i> Grunow	+	-	-	-
* <i>N. subalpina</i> E.Reichardt	+	-	-	-
<i>N. cf. subrhynchocephala</i> Hustedt	+	-	-	-
<i>N. tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	+	+	+	+

Таксон	Частина ВО ЧАЕС			
	ПнСЧ	ПнЗЧ	ПдСЧ	ПдЗЧ
<i>Navicula cf. trivialis</i> Lange-Bertalot	+	-	-	-
<i>N. veneta</i> Kützing	+	-	-	+
<i>N. viridula</i> (Kützing) Ehrenberg	+	-	-	-
<i>N. viridulacalsis</i> Lange-Bertalot	-	+	-	-
<i>N. upsaliensis</i> (Grunow) Peragallo	+	-	-	-
<i>Navicula</i> sp. 1	+	-	-	-
<i>Navicula</i> sp. 2	+	-	-	-
<i>Gyrosigma spenceri</i> (Quekett) Griffith et Henfrey	+	-	-	-
<i>G. strigilis</i> (W.Smith) Cleve	-	-	-	+
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G.Mann	+	-	-	-
<i>Craticula ambigua</i> (Ehrenberg) D.G.Mann	+	-	-	-
<i>Amphora indistincta</i> Levkov	+	-	+	-
* <i>A. meridionalis</i> Levkov	-	-	-	+
<i>A. ovalis</i> (Kützing) Kützing var. <i>ovalis</i>	+	+	-	-
* <i>A. ovalis</i> var. <i>lata</i> Levkov	-	-	+	+
<i>A. pediculus</i> (Kützing) Grunow	+	-	-	-
<i>A. cf. vetula</i> Levkov	-	-	+	-
<i>Nitzschia acula</i> Hantzsch	-	-	-	+
<i>N. dissipata</i> var. <i>media</i> (Hantzsch) Grunow	+	+	+	+
<i>N. gracilis</i> Hantzsch	-	-	-	+
<i>N. palea</i> (Kützing) W.Smith	-	-	+	-
<i>N. recta</i> Hantzsch	-	-	+	+
<i>Nitzschia</i> sp. 1	-	+	-	-
<i>Nitzschia</i> sp. 2	-	-	-	+
<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) Frenguelli	+	-	-	-
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson	+	+	-	+
<i>E. sorex</i> Kützing	+	+	+	-
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O.Müller	-	+	-	-
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith	+	+	+	+

Позначення. ПнСЧ – північно-східна частина, ПнЗЧ – північно-західна, ПдСЧ – південно-східна частина, ПдЗЧ – південно-західна; * – новий вид для флори України.

Gomphonema curtum Hustedt (Табл. I, 7). Стулки 12,7–23,6 мкм завд., 5–7 мкм завш., штрихів 10–14 в 10 мкм.

Європа (Levkov et al., 2016).

Gomphonema lateripunctatum E.Reichardt & Lange-Bertalot (Табл. I, 8). Стулка 44,3 мкм завд., 8,5 мкм завш., штрихів 8 в 10 мкм.

Європа (Hofmann et al., 2017).

Hippodonta oloffarmanii Van de Vijver et Jarlmann (Табл. I, 9). Стулка 24,3 мкм завд., 5,7 мкм завш., штрихів 8 в 10 мкм.

Європа (Van de Vijver et al., 2012).

Karayevia nitidiformis (Lange-Bertalot) Bukhtiyarova (Табл. I, 10–12).
 Стулки 17,2–28 мкм завд., 5,4–7,5 мкм завш., штрихів 11–12 в 10 мкм.
 Європа (Krammer, Lange-Bertalot, 1991b).

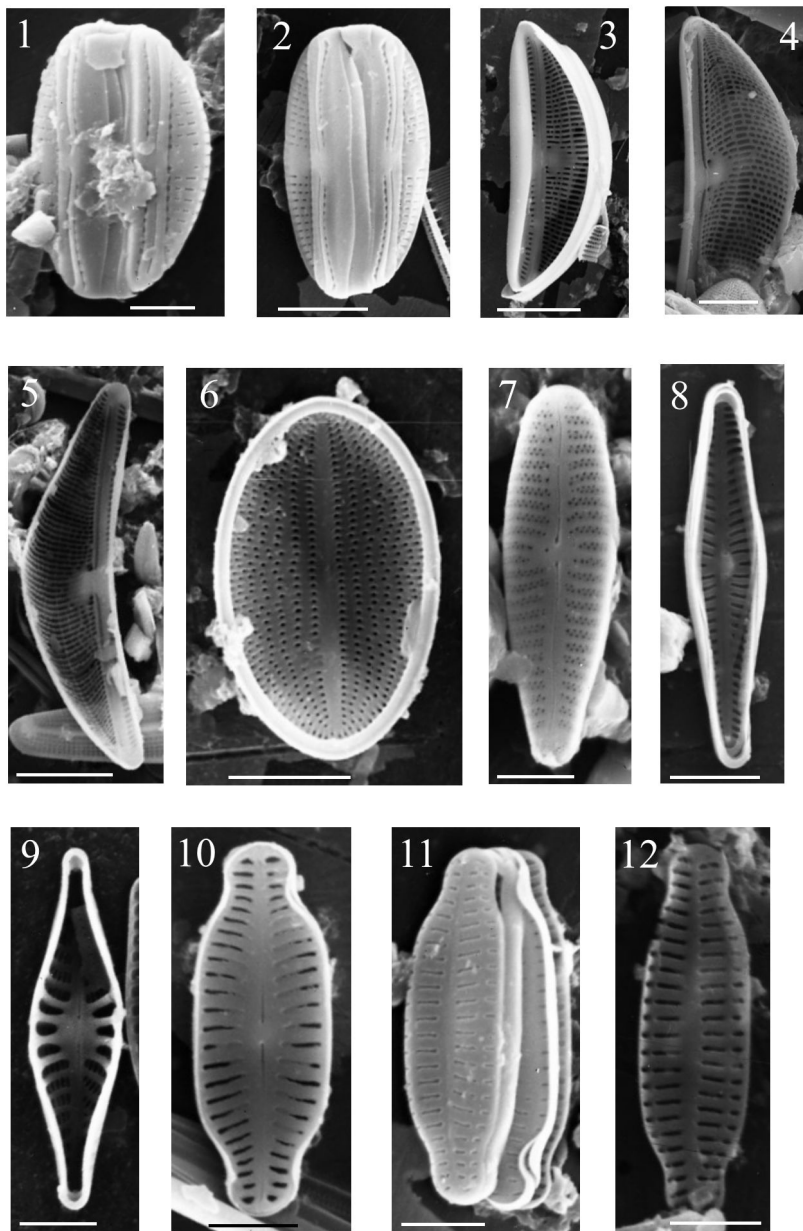


Табл. I. Електронні мікрофотографії ступок (СЕМ): 1, 2 – *Amphora* cf. *meridionalis*; 3–5 – *A. ovalis* var. *lata*; 6 – *Cocconeis pseudolineata*; 7 – *Gomphonema curtum*; 8 – *G. lateripunctatum*; 9 – *Hippodonta olojarmanii*; 10–12 – *Karayevia nitidiformis*. 1, 2, 4, 7, 11, 12 – зовнішня поверхня ступок, 3, 5, 6, 8–10 – внутрішня. Масштаб: 1, 2, 7, 9–12 – 5 мкм; 3, 5 – 20 мкм; 4, 6, 8 – 10 мкм

Navicula subalpina E.Reichardt (Табл. II, 1). Стулка 34,4 мкм завд., 6,7 мкм завш., штрихів 10 в 10 мкм, ареол 30 в 10 мкм. У нашому матеріалі стулка відрізняється від опису (Lange-Bertalot, 2001) дещо меншим значенням числа штрихів в 10 мкм (14–17), що обумовлено, на нашу думку, міжпопуляційною мінливістю.

Європа, ймовірно космополіт (Lange-Bertalot, 2001).

Placoneis opportuna (Hustedt) Chudaev et Gololobova (Табл. II, 2). Стулка 13,2 мкм завд., 6,4 мкм завш., штрихів 20 в 10 мкм.

Європа (Krammer, Lange-Bertalot, 1986).

Planothidium linkei (Hustedt) Lange-Bertalot (Табл. II, 3). Стулка 38,9 мкм завд., 14,4 мкм завш., штрихів 11 в 10 мкм.

Європа (Krammer, Lange-Bertalot, 1991b).

Psammothidium grischunum (Withrich) Bukhtiyarova et Round (Табл. II, 4, 5). Стулки 11,8–13,2 мкм завд., 4–5,4 мкм завш., штрихів 21–24 в 10 мкм.

Європа (Krammer, Lange-Bertalot, 1991b).

Psammothidium marginulatum (Grunow) Bukhtiyarova et Round (Табл. II, 6, 7). Стулки 8,9–10 мкм завд., 4–4,1 мкм завш., штрихів 22 в 10 мкм.

Європа (Krammer, Lange-Bertalot, 1991b).

Sellaphora nigri (De Novaris) C.F.Wetzel et Ector (Табл. II, 8). Стулка 10 мкм завд., 4,4 мкм завш., штрихів 21 в 10 мкм.

Європа (Wetzel et al., 2015).

Sellaphora saprotolerans Lange-Bertalot, G.Hofmann et Cantonati (Табл. II, 9–11). Стулки 24,2–30 мкм завд., 8,9–10 мкм завш., штрихів 16 в 10 мкм.

Європа (Hofmann et al., 2017).

Sellaphora schauburgii (Lange-Bertalot et G.Hofmann) C.E.Wetzel et Ector (Табл. II, 12). Стулка 8,5 мкм завд., 4,5 мкм завш., штрихів 24 в 10 мкм.

Європа (Hofmann et al., 2017).

Для оцінки просторового розподілу діатомей, як відповідної реакції на спрацювання рівня води, доцільно було порівняти таксономічну структуру фітоперифітону *Bacillariophyta* в різних частинах водойми-охолоджувача. Для цього були розраховані коефіцієнти рангової кореляції Кендела (табл. 3).

Отже, найвищі коефіцієнти рангової кореляції τ зареєстровані між південно-східною і південно-західною частинами ВО ЧАЕС: 0,78 для провідних родин і 0,68 для провідних родів, найнижчі – між північною і південною частинами водойми: 0,62–0,63 для провідних родин і 0,40–0,45 для провідних родів. Так, на рівні родин в північно-східній частині перше рангове місце за кількістю видів посідали *Naviculaceae*, в інших частинах водойми – *Cymbellaceae*. Друге і третє рангові місця займали: в північно-східній частині – *Cymbellaceae* та *Stephanodiscaceae*, в північно-західній – *Fragilariaceae* та *Achnanthesiaceae*, в південно-східній – *Naviculaceae* та *Stephanodiscaceae*, в південно-західній – *Fragilariaceae* та *Naviculaceae*.

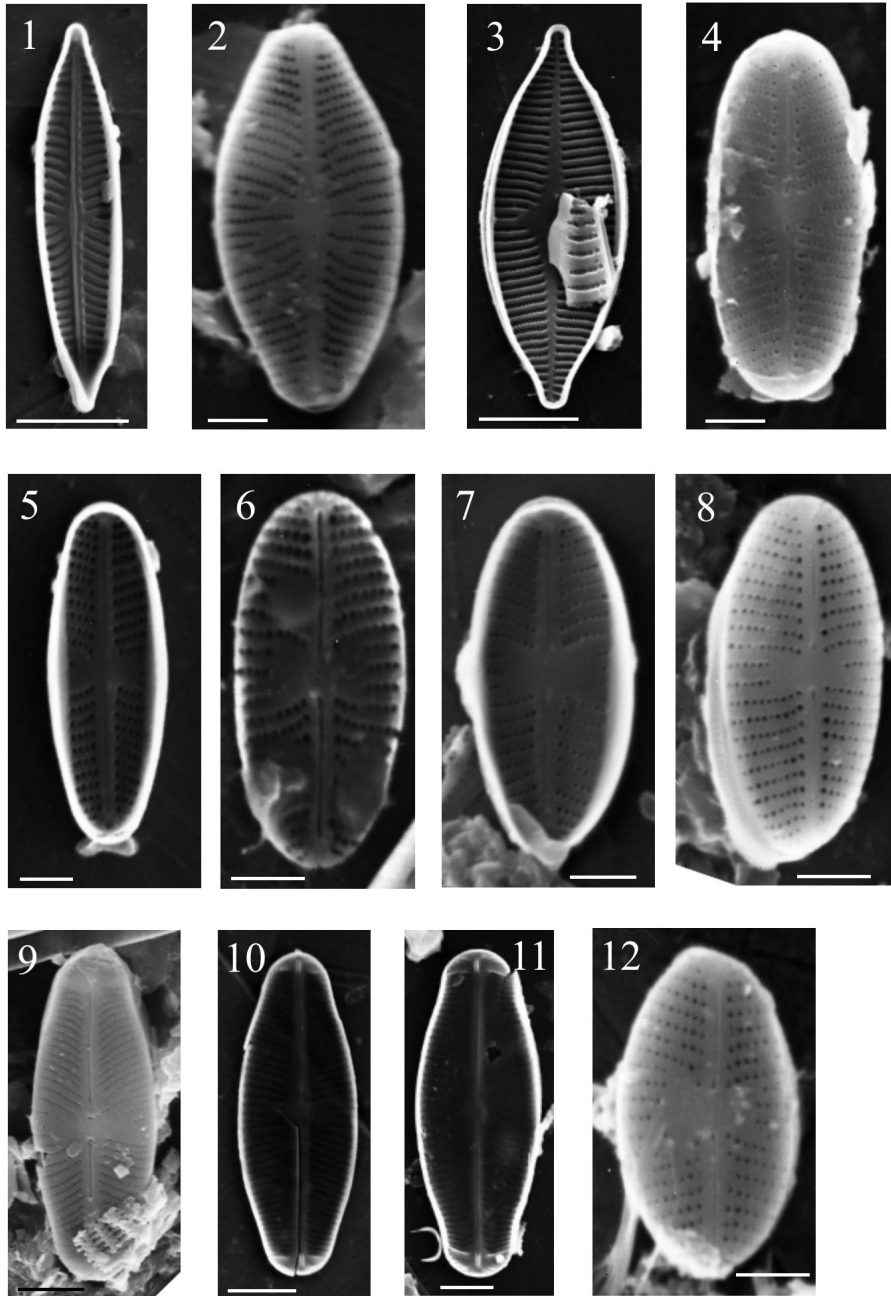


Табл. II. Електронні мікрофотографії стулок (СЕМ): 1 – *Navicula* cf. *subalpina*; 2 – *Placoneis opportuna*; 3 – *Planothidium linkei*; 4, 5 – *Psammothidium grischunum*; 6, 7 – *P. marginulatum*; 8 – *Sellaphora nigri*; 9–11 – *S. saprotolerans*; 12 – *S. schauburgii*. 1, 2, 5–7, 10, 11 – зовнішня поверхня стулок; 2, 4, 5, 8, 9, 12 – внутрішня. Масштаб: 1, 3 – 10 мкм; 2, 4–8, 12 – 2 мкм; 9–11 – 5 мкм

Таблиця 3. Коефіцієнти рангової кореляції Кендела (τ) для провідних родин і родів *Bacillariophyta* фітоперифітону ВО ЧАЕС

τ (родини) \ τ (роди)	ПнСЧ	ПнЗЧ	ПдСЧ	ПдЗЧ
ПнСЧ	1	0,68	0,62	0,68
ПнЗЧ	0,33	1	0,63	0,70
ПдСЧ	0,41	0,45	1	0,78
ПдЗЧ	0,45	0,40	0,68	1

На рівні родів перше рангове місце у всіх частинах водойми належало *Navicula*, друге і третє в північно-східній частині посідали *Gomphonema* та *Sellaphora*, в північно-західній частині – *Gomphonema* та *Cymbella*, в південно-східній – *Cymbella* та *Stephanodiscus*, в південно-західній – *Nitzschia* та *Cymbella*.

Поява гетерогенних угруповань водоростей в межах водойми підтверджується порівняльним аналізом фітоперифітону в його різних частинах за коефіцієнтом Серенсена (рис. 2).

З дендрограми видно, що видовий склад *Bacillariophyta* істотно відрізняється в різних частинах водойми. Це ще раз підтверджує, що зменшення площі акваторії призвело до локалізації угруповань, про що свідчать низькі коефіцієнти Серенсена. Вважаємо, що великомасштабне спрацювання рівня води зумовило формування всередині водойми специфічних локальних діатомових угруповань.

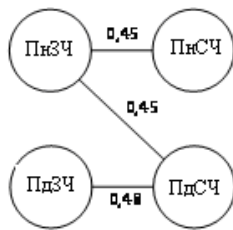


Рис. 2. Дендрограма подібності видового складу фітоперифітону *Bacillariophyta* в різних частинах ВО ЧАЕС: ПнЗЧ – північно-західна частина, ПнСЧ – північно-східна, ПдЗЧ – південно-західна, ПдСЧ – південно-східна частина

Висновки

На основі ретроспективних літературних даних і сучасних оригінальних досліджень виділено кілька періодів функціонування діатомового фітоперифітону водойми-охолоджувача: доаварійний, післяаварійний і

сучасний. Найбільша різноманітність домінуючого комплексу діатомей спостерігалася в післяаварійний період. Внаслідок часткового відключення блоків АЕС в цей час знизилася максимальна температура і з'явилися нові біотопи, що позитивно вплинуло на вегетацію діатомових водоростей. Повне виведення АЕС з експлуатації та крупномасштабне спрацювання рівня ВО призвели до формування гомотермії і зменшення площі водного дзеркала. Відповідно, знизилася кількість біотопів і їх різноманітність, що зумовило зменшення кількості домінуючих видів у сучасний період.

Важливим антропогенним чинником у ВО ЧАЕС є радіонуклідне забруднення води. Але порівняльний аналіз не показав зменшення таксономічного різноманіття *Bacillariophyta* в період максимального радіонуклідного забруднення, а зниження і стабілізація радіонуклідного забруднення на більш низькому рівні не вплинули на кількість діатомей. Отже, можна припустити, що діатомеї не є чутливими біологічними системами до підвищеного радіонуклідного забруднення води.

Дослідження сучасного таксономічного різноманіття фітоперифітону *Bacillariophyta* ВО ЧАЕС з одночасним застосуванням методів світлової та електронної мікроскопії показало, що воно представлено 141 видом (143 ввт, враховуючи ті, що містять номенклатурний тип виду) з 45 родів, 20 родин, 12 порядків та 3 класів. При цьому 14 видів і різновидів *Bacillariophyta* є новими для флори України.

У даній роботі вперше приведені їхні діагнози з ілюстраціями. Встановлено, що просторовий розподіл фітоперифітону *Bacillariophyta* по акваторії ВО ЧАЕС характеризується значною гетерогенністю, про що свідчать низькі коефіцієнти рангової кореляції Кендела і видової подібності Серенсена. Тривале підвищене забруднення ВО ЧАЕС техногенними радіонуклідами ^{90}Sr і ^{137}Cs та великомасштабне спрацювання рівня води ВО на кілька метрів не викликали істотної деградації діатомового фітоперифітону, який і в нових екологічних умовах характеризується високим таксономічним багатством, формує просторову гетерогенність альгоугруповань і залишається основою автотрофної ланки, що формує потоки енергії і круговорот речовин, забезпечуючи життєздатність гідробіонтів вищих трофічних рівнів.

Автори в словлюють щире подяку зав. відділу водної радіоекології Інституту гідробіології НАН України д. б. н., проф. Гудкову Д.І. і ст. науковому співробітнику, к. б. н. Кагляну А.Є. за допомогу у відборі проб фітоперифітону на ВО ЧАЕС. Робота виконана в рамках наукових досліджень «Гідробіологічні спостереження при знятті з експлуатації

озера-охолоджувача Чорнобильської АЕС» (2016–2018 рр.) – № 0116U000868 і державного завдання № 121051100099-5.

Список літератури

- Bugai D., Dubas V., Dyachenko T., Shcherbak V. 2019. *Environmental impact assessment of the drawdown of the Chernobyl NPP cooling pond as a basis for its decommissioning and remediation*. Vienna: Int. Atom. Energy Agency. 172 p.
- Genkal S.I. 1993. *Intraspecific variability of freshwater diatoms of the Centrophyceae class*: Dr. Sci. (Biol.) Abstract. St. Petersburg. [Генкал С.И. 1993. *Внутривидовая изменчивость пресноводных диатомовых водорослей класса Centrophyceae*: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. СПб. 41 с.].
- Genkal S.I., Yarushina M.I. 2018. *Diatoms of poorly studied aquatic ecosystems of the Far North of Western Siberia*. Moscow: Sci. World. 212 p. [Диатомовые водоросли слабоизученных водных экосистем Крайнего Севера Западной Сибири. М.: Науч. мир. 212 с.].
- Genkal S.I., Chekryzheva T.A., Komulaynen S.F. 2015. *Diatom algae in waterbodies and watercourses of Karelia*. Moscow: Nauch. Mir. 202 p. [Генкал С.И., Чекрыжева Т.А., Комулайнен С.Ф. 2015. *Диатомовые водоросли водоемов и водотоков Карелии*. М.: Науч. мир. 202 с.].
- Gudkov D.I., Shcherbak V.I., Protasov A.A., Silayeva A.A., Pashkova O.V., Semenyuk N.Ye., Kaglyan A.Ye., Linchuk M.I., Zadorozhnaya A.M., Belyayev V.V., Yurchuk L.P., Stepanova T.I. 2018. Dynamic of water quality and radionuclide contamination parameters in the components of the Chornobyl NPP Cooling Pond ecosystem. *Issues Chornobyl Exclusion Zone*. 18: 67–74. [Гудков Д.И., Щербак В.И., Протасов А.А., Силаева А.А., Пашкова О.В., Семенюк Н.Е., Каглян А.Е., Линчук М.И., Задорожная А.М., Беляев В.В., Юрчук Л.П., Степанова Т.И. 2018. Динамика показателей качества водной среды и радионуклидного загрязнения компонентов экосистемы водоема-охладителя Чернобыльской АЭС. *Проблеми Чорнобильської зони відчуження*. 18: 67–74].
- Hofmann G., Werum M., Lange-Bertalot H. 2017. *Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa*. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag. K.-G. 908 p.
- Kaglyan A.Ye., Gudkov D.I., Kireyev S.I., Yurchuk L.P., Gupalo Ye.A. 2019. Fish of the Chornobyl exclusion zone: modern levels of radionuclide contamination and radiation doses. *Hydrobiol. J.* 55(5): 81–99.
- Kalenichenko R.A. 1991. In: *Hydrobiology of cooling ponds of thermal and nuclear power plants of Ukraine*. Kyiv^ Nauk. Dumka. 351 p. [Калениченко Р.А. 1991. Фитоперифитон. В кн.: *Гидробиология водоемов-охладителей тепловых и атомных электростанций Украины*. Киев: Наук. думка. 351 с.
- Krammer K. 1997a. In: *Bibliotheca. Diatomologica*. Bd. 36. Berlin, Stuttgart: J. Cramer. 382 p.
- Krammer K. 1997b. In: *Bibliotheca. Diatomologica*. Bd. 37. Berlin, Stuttgart: J. Cramer. 469 p.
- Krammer K. 2000. In: *Diatoms of Europe*. Vol. 1. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag. K.-G. 703 p.
- Krammer K. 2002. In: *Diatoms of Europe*. Vol. 3. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag. K.-G. 584 p.

- Krammer K. 2003. In: *Diatoms of Europe*. Vol. 4. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag. K.-G. 530 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart, New York: Gustav Fischer Verlag. 876 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1988. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart, Jena: Gustav Fischer Verlag. 536 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991a. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart, Jena: Gustav Fischer Verlag. 576 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991b. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart, Jena: Fischer Verlag. 437 p.
- Krivosheia J.N. 2019. Diatoms of the Poltava-Plain algofloristic district water bodies (Ukraine). *Int. J. Algae*. 22(2): 137–158. [https://doi: 10.1615/InterJAlgae.v22.i2.40](https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v22.i2.40)
- Kulikovskiy M.S., Glushchenko A.M., Genkal S.I., Kuznetsova I.V. 2016. *Identification book of diatoms from Russia*. Yaroslavl: Filigran. 804 p. [Куликовський М.С., Глущенко А.М., Генкал С.И., Кузнецова И.В. 2016. *Определитель диатомовых водорослей России*. Ярославль: Филигрань. 804 с.].
- Lange-Bertalot H. 2001. In: *Diatoms of Europe*. Vol. 2. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag. K.-G. 526 p.
- Lange-Bertalot H., Genkal S.I. 1999. In: *Iconographia Diatomologia*. Vol. 6. Vaduz: A.R.G. Gantner Verlag. K.-G. 272 p.
- Lange-Bertalot H., Bak M., Witkowski A. 2011. In: *Diatoms of Europe*. Vol. 6. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag. K.-G. 747 p.
- Lange-Bertalot H., Hofmann G., Werum M., Cantonati M. 2017. *Freshwater benthic diatoms of Central Europe*. Schmitt-Oberreifenberg: Koeltz Bot. Books. 942 p.
- Levkov Z. 2009. In: *Diatoms of Europe*. Vol. 5. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag. K.-G. 916 p.
- Levkov Z. 2016. In: *Diatoms of Europe*. Vol. 8. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag. K.-G. 552 p.
- Levkov Z., Metzeltin D., Pavlov A. 2013. In: *Diatoms of Europe*. Vol. 7. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag. K.-G. 697 p.
- Moser G. 1994. In: *Biblioteca Diatomologica*. Bd 29. Berlin, Stuttgart: J. Cramer. 212 p.
- Reichardt E. 1999. In: *Iconograph. Diatom.* 8: 1–203.
- Semenyuk N.Ye., Shcherbak V.I. 2016. Structural and functional organization of phytoplankton of the Dnieper Reservoirs and factors influencing its development. Rep. 1. Role of some hydrophysical factors. *Hydrobiol. J.* 52(5): 3–17.
- Shcherbak V.I. 1999. Structural and functional characteristics of phytoplankton in the water bodies within the Exclusion Zone of the Chernobyl Nuclear Power Station. *Hydrobiol. J.* 35(5): 158–174.
- Shcherbak V.I., Semenyuk N.Ye., Zadorozhnaya A.M. 2018. Variety of phytoplankton and phytoplankton of the Chernobyl cooling reservoir at the stage of water levels activation. *Issues Chernobyl Exclusion Zone*. 18: 75–80. [Щербак В.И., Семенюк Н.С., Задорожна Г.М. 2018. Різноманіття фітопланктону та фітоперифітону водоймища-охолоджувача ЧАЕС на стадії спрацювання рівнів води. *Проблеми Чорнобильської зони відчуження*. 18: 75–80].

- Shcherbak V.I., Genkal S.I., Semenyuk N.Ye. 2019. New for Ukraine representatives of *Bacillariophyta* from phytoepiphyton of the Dnieper River Reservoirs (Ukraine). *Int. J. Algae*. 21(3): 271–284. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v21.i3.60>
- Shevchenko T.F. 2004. Long-term dynamics of phytoepiphyton distribution in the cooling pond of the Chernobyl NPP. *Hydrobiol. J.* 40(3): 30–47. [Шевченко Т.Ф. 2004. Многолетняя динамика распределения фитоперифитона в водоеме-охладителе Чернобыльской АЭС. *Гидробиол. журн.* 40(3): 30–47].
- Shevchenko T.F., Klenus V.G. 1997. Phytoepiphyton of the reservoir-cooler of the Chernobyl nuclear power plant in the post-accident period. *Hydrobiol. J.* 33(5): 16–26. [Шевченко Т.Ф., Кленус В.Г. 1997. Фитоперифитон водоема-охладителя Чернобыльской АЭС в послеварийный период. *Гидробиол. журн.* 33(5): 16–26].
- Van de Vijver B., Jarlman A., de Haan M., Ector L. 2012. New and interesting diatom species (*Bacillariophyceae*) from Swedish rivers. *Nova Hedw.* 141: 237–254.
- Wetzel C.E., Ector L., Van de Vijver B., Compère P., Mann D.G. 2015. Morphology, typicication and critical analysis of some ecologically important small naviculoid species (*Bacillariophyta*). *Fottea, Olomouc.* 15(2): 203–234.

Підписав до друку П.М. Царенко

Shcherbak V.I.¹, Genkal S.I.², Semenyuk N.Ye.¹ 2021. **Dynamics of periphytic *Bacillariophyta* at different stages of operation of the Chornobyl Nuclear Power Plant cooling pond (Ukraine).** *Algologia.* 31(4): 299–319

¹ Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
12 Prosp. Heroyiv Stalingrada, Kyiv 04210, Ukraine

² I.D. Papanin Institute for Biology of Inland Waters of RAS,
Settle Borok, Nekouz District, Yaroslavl Region 152742, Russia

The paper deals with the long-term dynamics of taxonomic composition of diatom periphyton in the Chornobyl nuclear power plant cooling pond (ChNPP cooling pond) at different stages of its operation: before the accident, after the accident and during the present period. The dominant complex of diatoms was marked by the highest diversity in the period after the accident, due to water temperature decreasing and new habitats appearing. The large-scale water-level drawdown in the present period caused the water table to reduce, and the habitats became less diverse. Owing to this, the number of dominant species decreased. Studying the present-day taxonomic composition of periphytic algae in the ChNPP cooling pond by way of light microscopy and scanning electron microscopy made it possible to identify 141 diatom species, represented by 143 infraspecific taxa, from 45 genera, 20 families, 12 orders and 3 classes. 14 species and infraspecific taxa of diatoms from genera *Amphora*, *Cocconeis*, *Gomphonema*, *Hippodonta*, *Karayevia*, *Navicula*, *Placoneis*, *Planothidium*, *Psammothidium*, *Sellaphora* are new for Ukrainian

flora. High contamination of the ChNPP cooling pond with man-made radionuclides ^{90}Sr , ^{137}Cs and the large-scale water-level drawdown did not cause a significant degradation of diatom periphyton, which, in new ecological conditions, is distinguished by high taxonomic diversity and spatial heterogeneity.

Key words: *Bacillariophyta*, phytoperiphyton, Chernobyl Nuclear Power Plant cooling pond, Ukraine, scanning electron microscopy