

УДК [(582.232: 574.586):621.31:577.34] (477)

*Т. Ф. Шевченко*

**ТЕРМОФИЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА ВОДОРΟΣЛЕЙ  
ПЕРИФИТОНА В ВОДОЕМАХ-ОХЛАДИТЕЛЯХ  
ТЕПЛОВЫХ И АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ  
УКРАИНЫ**

В результате многолетних исследований установлено, что во всех обследованных водоемах-охладителях тепловых и атомных электростанций Украины на участках, подверженных значительному обогреву, формируются однотипные сообщества фитоперифитона, которые относятся к ассоциации *Lyngbya putealis-Oscillatorietum brevis*. Характерной особенностью выделенной ассоциации является наличие среди диагностических таксонов термофильных видов синезеленых водорослей.

**Ключевые слова:** *фитоперифитон, водоросли, термофильные сообщества, водоем-охладитель, тепловые и атомные электростанции, экологические факторы.*

Температура воды является одним из важных экологических факторов, обуславливающих структуру сообществ водорослей. Наиболее сильно ее влияние проявляется в водоемах-охладителях тепловых и атомных электростанций (ТЭС и АЭС). В водоемах данного типа тепло является основным фактором, определяющим формирование структуры сообществ гидробионтов [5, 6, 14]. В частности установлено, что в водоемах-охладителях тепловых и атомных электростанций Украины на участках, подверженных значительному искусственному обогреву, формируются сообщества водорослей перифитона с преобладанием видов синезеленых водорослей, относящихся к факультативным термофилам, широко распространенным в термальных источниках многих стран мира [21].

Основная цель настоящей работы состояла в классифицировании сообществ водорослей перифитона, обитающих в обрастаниях твердого искусственного неорганического субстрата в водоемах-охладителях тепловых и атомных электростанций Украины на участках, подверженных значительному обогреву и расположенных вблизи от места сброса подогретых вод, с использованием эколого-флористического метода Браун-Бланке<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Ранее нами была предпринята попытка классифицировать сообщества синезеленых водорослей, развивающихся в обрастаниях твердого искусственного неорганического субстрата в водоемах-охладителях тепловых и атомных электростанций Украины, с использованием доминантного подхода к классификации растительности [20].

**Материал и методика исследований.** Материалом для настоящей работы послужили альгологические пробы, собранные в водоемах-охладителях Чернобыльской АЭС (на р. Припяти), Ладыжинской (на р. Южный Буг), Бурштынской (на р. Гнилая Липа), Добротворской (на р. Западный Буг), Куратовской (на р. Волчья), Старобешевской (на р. Кальмиус), Славянской (на р. Северский Донец), Углегорской и Мироновской (на р. Лугань) ТЭС с оборотной системой технического водоснабжения, а также в водосбросном бассейне Трипольской ТЭС (на Каневском водохранилище) с прямоточной системой технического водоснабжения, преимущественно в летний период в 1983—1985, 1987, 1994—1996, 2005—2007 гг. Пробы отбирали по общепринятой методике [18] с береговых откосов, облицованных бетоном, вблизи от места сброса подогретых вод (как правило, в водосбросных каналах). На каждой станции отбор проб производили с пробных площадок, отличающихся по характеру и интенсивности развития фитоперифитона. Для пробной площадки выбирали однородный участок альгоценоза. Площадки для описания располагали в пределах полос, пятен или поясов растительности (в их центральной, наиболее репрезентативной части) [4]. Размеры пробных площадок составляли 0,02—0,05 м<sup>2</sup>. С пробных площадок пробы отбирали в пяти — семи повторностях. Определяли также встречаемость конкретных видов водорослей в данном сообществе (по 5—10 пробам). Относительное обилие водорослей определяли в процентах, вычисляя в каждой альгологической пробе долю особей данного вида от общего количества особей всех видов водорослей, принятого за 100% [29]. Для оценки обилия видов применяли модифицированную шкалу Браун-Бланке: 1 — вид случайный, 2 — вид сопутствующий, 3 — субдоминант, 4 — содоминант, 5 — доминант. Встречаемость каждого вида рассчитывали по формуле:  $C = n/N \cdot 100\%$ , где  $C$  — наличие вида в определенном блоке описаний,  $n$  — количество проб в данном блоке описаний, где встретился вид,  $N$  — общее количество проб в данном блоке описаний. При оценке встречаемости видов были приняты следующие классы постоянства: I — встречаемость вида менее 20%, II — 21—40, III — 41—60, IV — 61—80, V — 81—100%. Сообщества водорослей классифицировали, используя эколого-флористический метод Браун-Бланке. Данные обрабатывали традиционным методом фитоценологических таблиц, применяемым при эколого-флористических исследованиях [12, 13]. Всего в основу работы положено 30 описаний. Наименование ассоциации дано в соответствии с «Кодексом фитосоциологической номенклатуры» [8]. Объем и названия таксонов водорослей приведены в соответствии с системой [15, 19].

### *Результаты исследований и их обсуждение*

В результате анализа частоты встречаемости и обилия видов фитоперифитона, развивающихся на твердом искусственном неорганическом субстрате в водоемах-охладителях тепловых и атомных электростанций Украины на участках, подверженных значительному обогреву, была выделена одна ассоциация, сообщества которой характеризовались сходством флористического состава и условий обитания (табл. 1). Ниже приводится ее характеристика.

**Ассоциация *Lyngbyo putealis-Oscillatorietum brevis ass. nova.*** Экологические условия. Сообщества водорослей перифитона, относящиеся к данной

1. Обзорная таблица ассоциации *Lyngbyo putealis-Oscillatorietum brevis* ass. nova

Диагностические таксоны ассоциации	Классы постоянства
<i>Lyngbya putealis</i> Mont.	V <sup>5</sup>
<i>Oscillatoria brevis</i> (Kütz.) Gom.	V <sup>4</sup>
<i>Phormidium foveolarum</i> (Mont.) Gom.	V <sup>3</sup>
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germ.	V <sup>3</sup>
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	V <sup>3</sup>
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Sm.	V <sup>3</sup>
<i>Oscillatoria formosa</i> Bory	IV <sup>3</sup>
<i>Oscillatoria princeps</i> Vauch.	IV <sup>3</sup>
<i>Phormidium autumnale</i> (Ag.) Gom. f. <i>uncinata</i> (Ag.) Kondrat.	IV <sup>3</sup>
<i>Phormidium bohneri</i> Schmidle	IV <sup>3</sup>
<i>Phormidium valderiae</i> (Delp.) Geitl.	IV <sup>3</sup>
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	IV <sup>2</sup>
<i>Gomphonema parvulum</i> Kütz.	IV <sup>3</sup>
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F. Müll.) Bory	IV <sup>3</sup>
<i>Navicula veneta</i> Kütz.	IV <sup>3</sup>
<i>Nitzschia pusilla</i> Grun.	IV <sup>3</sup>
<i>Lyngbya aestuarii</i> (Mert.) Liebm.	III <sup>5</sup>
<i>Lyngbya martensiana</i> Menegh.	III <sup>3</sup>
<i>Oscillatoria animalis</i> Ag.	III <sup>3</sup>
<i>Melosira varians</i> Ag.	III <sup>3</sup>
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenb.	III <sup>2</sup>
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	III <sup>2</sup>
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Ag.) L.-B.	III <sup>2</sup>
<i>Cymbella helvetica</i> Kütz.	III <sup>2</sup>
<i>Cymbella lanceolata</i> (Ehrenb.) Kirch.	III <sup>3</sup>
<i>Cymbella tumida</i> (Bréb.) V.H.	III <sup>3</sup>
<i>Encyonema minuta</i> (Hilse ex Rabenh.) Mann	III <sup>3</sup>
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenb.	III <sup>2</sup>
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenb.	III <sup>2</sup>
<i>Nitzschia paleacea</i> (Grun.) Hust.	III <sup>3</sup>

П р и м е ч а н и е. Индексы указывают максимальный балл обилия вида.

ассоциации, найдены в обрастаниях твердого искусственного неорганического субстрата во всех обследованных водоемах-охладителях тепловых и атомных электростанций Украины при температуре воды 20—36°C на участках, характеризующихся значительной степенью обогрева и расположенных вблизи от места сброса подогретых вод. Температура воды на этих участках в течение года изменяется от 4 до 36°C, превышая естественную на 4—12°C. Вода здесь никогда не замерзает, что создает условия для круглогодичной вегетации водорослей.

*Структура и видовой состав сообществ.* Сообщества водорослей данной ассоциации образовывали на бетоне макроскопические кустистые обрастания. Площадь покрытия субстрата водорослями (от уреза воды до глубины 1 м) составляла 60—100%, толщина обрастаний изменялась от 0,3 до 3 см и более, а их сырая масса достигала 2,1—3,0 кг/м<sup>2</sup>.

В сообществах ассоциации *Lyngbya putealis*-*Oscillatorietum brevis* доминировали синезеленые водоросли. В число доминантов входили *Lyngbya putealis* Mont. (V класс постоянства) и *Lyngbya aestuarii* (Mert.) Liebm. (III класс постоянства), а в число содоминантов — *Oscillatoria brevis* (Kütz.) Gom. (V класс постоянства) и *Anabaena sphaerica* Born. et Flah. f. *conoidea* Elenk. (I класс постоянства). Субдоминанты представлены 30 видами из отделов Cyanophyta (17 видов родов *Phormidium* Kütz., *Oscillatoria* Vauch., *Lyngbya* Ag. ex Gom., *Gloeocapsa* (Kütz.) Hollerb., *Microcoleus* Desmaz. и *Symploca* Kütz. ex Gom.) и Bacillariophyta (13 видов родов *Navicula* Bory, *Nitzschia* Hass., *Gomphonema* (Ag.) Ehr., *Melosira* Ag., *Cymbella* Ag. и *Encyonema* Kütz.). С высоким постоянством встречалось 28 видов водорослей из отделов Cyanophyta (11 видов) и Bacillariophyta (17 видов) (табл. 2).

Видовое богатство сообществ, относящихся к данной ассоциации, очень высокое. Найдено 199 видов водорослей, представленных 205 внутривидовыми таксонами, включая те, которые содержат номенклатурный тип вида. Выявленные водоросли относятся к 5 отделам, 11 классам, 20 порядкам, 40 семействам и 63 родам. Наиболее разнообразно представлены Bacillariophyta (79 видов, или 39,7% общего числа найденных видов) и Cyanophyta (75 видов, или 37,7%). Chlorophyta содержали значительно меньшее число видов (33 вида, или 16,6%), Streptophyta — 10 видов (5%), а Euglenophyta — 2 вида (1%).

В спектре ведущих таксонов представлены синезеленые, диатомовые и зеленые водоросли. Наибольшее количество видов содержали классы Nitzschiales (74 вида) и Bacillariophyceae (70 видов) (72,4% общего числа найденных видов). В спектр ведущих таксонов входили порядки Oscillatoriales (69 видов), Sphaeropleales (29), Cymbellales (22), Bacillariales (18) и Naviculales (15) (76,9% общего числа найденных видов), семейства Oscillatoriaceae (51 вид), Scenedesmaceae (19), Bacillariaceae (18), Cymbellaceae (13), Schizotrichaceae (8), Gomphonemataceae (8) и Naviculaceae (8) (62,8% общего числа найденных видов) и роды *Oscillatoria* (24 вида), *Phormidium* (15), *Nitzschia* (15), *Lyngbya* (11), *Navicula* (8) и *Desmodesmus* (Chod.) An, Friedl et Hegew. (8) (40,7% общего числа найденных видов).

2. Ассоциация *Lungbyo putealis-Oscillatorietum brevis ass. nova*

Водоем-охладитель	Чернобыльской АЭС										Береговые откосы, облицованные бетоном										Постоянство											
	34	32	31	28	29	29	28	28	28	27	36	36	24	24	33	24	24	23	24	24	21	20	25	24	25	24	25	23	22	26	26	
Тип субстрата																																
Температура воды, °С																																
Количество видов	53	49	66	69	49	38	40	69	34	42	43	34	43	48	40	38	37	41	40	36	35	41	39	42	39	37	35	35	37	32		
Номер описания*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Диагностические таксоны ассоциации <i>Lungbyo putealis-Oscillatorietum brevis</i>																																
<i>Lungbya putealis</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
<i>Oscillatoria brevis</i>	3	3	3	3	3	3	3	4	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
<i>Phormidium foveolarum</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<i>Navicula capitatoradiata</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<i>Navicula cryptocephala</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<i>Nitzschia palea</i>	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<i>Oscillatoria formosa</i>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
<i>Oscillatoria princeps</i>	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<i>Phormidium autumnale</i> f. <i>uncincta</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<i>Phormidium bohneri</i>	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<i>Phormidium valderiae</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<i>Cymbella affinis</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<i>Gomphonema parvulum</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<i>Navicula tripunctata</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	



Продолжение табл. 2

Водоём-охладитель	Чернобыльской АЭС												Трипольской ТЭС	Ладыжинской ТЭС	Бурштынской ТЭС	Добротворской ТЭС	Кураховской ТЭС	Мирноновской ТЭС	Старобешевской ТЭС	Славянской ТЭС	Угледорской ТЭС	Постоянство													
	34	32	31	28	29	28	28	28	28	27	36	24											24	33	24	24	23	24	24	20	25	24	25	23	22
Тип субстрата	Береговые откосы, облицованные бетоном																																		
Температура воды, °С																																			
Количество видов	53	49	66	69	49	38	40	69	34	42	43	34	43	48	40	38	37	41	40	36	35	41	39	42	39	37	35	37	32						
Номер описания*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30					
Прочие виды																																			
<i>Gloeocapsa minuta</i> (Kütz.) Hollerb. ampl.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
<i>Lyngbya aerugineo-coerulea</i> (Kütz.) Gom.	2																																		
<i>Oscillatoria tenuis</i> Ag.	2	2																																	
<i>Phormidium ambiguum</i> Gom.	2																																		
<i>Microcoleus lacustris</i> (Rabenh.) Farl.	2	2	3	2	2	3																													
<i>Microcoleus paludosus</i> (Kütz.) Gom.	2																																		
<i>Cymbella parva</i> (W. Sm.) Cl.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
<i>Encyonema elginense</i> (Kram.) Mann	2	2	2																								2	2							
<i>Encyonema paradoxa</i> Kütz.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Horn.) Daw. ex Ross et Sims.	2																																		

Продолжение табл. 2

Водоём-охладитель	Чернобыльской АЭС														Трипольской ТЭС	Ладыжинской ТЭС	Бурштынской ТЭС	Добротворской ТЭС	Кураховской ТЭС	Мирноновской ТЭС	Старобешевской ТЭС	Славянской ТЭС	Углегорской ТЭС	Постоянство													
	34	32	31	28	29	29	28	28	28	28	27	36	24	24											33	24	24	23	24	23	24	21	20	25	24	25	23
Тип субстрата	Береговые откосы, облицованные бетоном																																				
Температура воды, °С	53	49	66	69	49	38	40	69	34	42	43	34	43	48	40	38	37	41	40	36	35	41	39	42	39	37	35	37	32	32	32						
Количество видов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	30						
Номер описания*																																					
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenb.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2						
<i>Achnanthes exigua</i> Grun.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2					
<i>Luticola mutica</i> (Kütz.) Mann	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
<i>Navicula menisculus</i> Schum.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabenh.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
<i>Amphora ovalis</i> (Kütz.) Kütz.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
<i>Amphora pediculus</i> (Kütz.) Grun.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
<i>Nitzschia fonticola</i> Grun.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<i>Nitzschia intermedia</i> Hant. ex Cl. et Grun.	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<i>N. linearis</i> (Ag.) W. Sm.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>N. palea</i> var. <i>capitata</i> Wisl. et Por.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>N. subtilis</i> (Kütz.) Grun.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2



Продолжение табл. 2

Водоём-охладитель	Чернобыльской АЭС										Трипольской ТЭС	Ладжинской ТЭС	Бурштынской ТЭС	Добротворской ТЭС	Кураховской ТЭС	Мирноновской ТЭС	Старобешевской ТЭС	Славянской ТЭС	Угледорской ТЭС	Постоянство																																					
	34	32	31	28	29	28	28	28	28	28											27	36	24	24	33	24	24	23	24	21	20	25	24	25	24	25	23	22	26	26	26																
Тип субстрата	Береговые откосы, облицованные бетоном																																																								
Температура воды, °С	53	49	66	69	49	38	40	69	34	42	43	34	43	48	40	38	37	41	40	36	35	41	39	42	39	37	35	37	32																												
Количество видов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30																											
Номер описания*																																																									
<i>Epithemia sorex</i> Kütz.	2	2																			2											2																									
<i>Tetraedron minimum</i> (A. Br.) Hansg.	2	2																			2	2	2	2	2											2	2																				
<i>Coelastrum microporum</i> Näg.																					2	2	2	2																	2	2	2	2	2	2	2	2	2								
<i>Acutodesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Hegew. et Hanagata	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2																											
<i>Acutodesmus pectinatus</i> (Meyen) Tsar.	2																				2											2	2	2	2	2	2	2	2																		
<i>Desmodesmus communis</i> (Hegew.) Hegew.	2																				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2																	
<i>Lyngbya woronichinii</i> Ponomar.																					3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3								
<i>Symploca thermalis</i> (Kütz.) Rabenh.	3	3																			3	3	3	3	2											3	3	3	3	3	3	3	3	3													
<i>Oscillatoria anguina</i> (Bory) Gom.	3	3	3																		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																
<i>Phormidium retzii</i> (Ag.) Gom.																					3	3	3																		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3



Количество видов водорослей в отдельных сообществах варьировало от 32 до 69. Среднее число видов в отдельных сообществах очень высокое — 43. Наиболее часто встречающееся число видов в отдельных сообществах 35, 37 и 40.

*Диагностические таксоны: Lyngbya putealis* Mont., *Oscillatoria brevis* (Kütz.) Gom., *Phormidium foveolarum* (Mont.) Gom., *Navicula capitatoradiata* Germ., *Navicula cryptocephala* Kütz., *Nitzschia palea* (Kütz.) W. Sm., *Oscillatoria formosa* Bory, *Oscillatoria princeps* Vauch., *Phormidium autumnale* (Ag.) Gom. f. *uncinata* (Ag.) Kondrat., *Phormidium bohneri* Schmidle, *Phormidium valderiae* (Delp.) Geitl., *Cymbella affinis* Kütz., *Gomphonema parvulum* Kütz., *Navicula tri-punctata* (O.F. Müll.) Bory, *Navicula veneta* Kütz., *Nitzschia pusilla* Grun., *Lyngbya aestuarii* (Mert.) Liebm., *Lyngbya martensiana* Menegh., *Oscillatoria animalis* Ag., *Melosira varians* Ag., *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenb., *Diatoma vulgare* Bory, *Rhoicosphenia abbreviata* (Ag.) L.-B., *Cymbella helvetica* Kütz., *Cymbella lanceolata* (Ehrenb.) Kirch., *Cymbella tumida* (Bréb.) V.H., *Encyonema minuta* (Hilse ex Rabenh.) Mann, *Cocconeis pediculus* Ehrenb., *Cocconeis placentula* Ehrenb., *Nitzschia paleacea* (Grun.) Hust.

Ассоциация *Lyngbya putealis*-*Oscillatorietum brevis* диагностируется таксонами водорослей, относящихся к Bacillariophyta (19 видов) и Cyanophyta (11). Характерной особенностью выделенной ассоциации является наличие среди диагностических таксонов видов синезеленых водорослей, относящихся к факультативно термофильным организмам и обитающих в термальных источниках Кавказа [1, 2, 9, 10, 16, 17], Средней Азии [3, 24], Камчатки [7, 11], Греции [25], Швейцарии [26], Индии [30—35], Венгрии [27] и США [28]. Так, *Lyngbya putealis* найдена в термальных источниках при температуре воды 20—48°C, *Oscillatoria brevis* — 18—64°C, *Phormidium foveolarum* — 20—53°C, *Oscillatoria formosa* — 20—64°C, *Oscillatoria princeps* — 20—90°C, *Phormidium autumnale* f. *uncinata* — 17—19°C, *Phormidium bohneri* — 20—60°C, *Phormidium valderiae* — 20—45°C, *Lyngbya aestuarii* — 37—40°C, *Lyngbya martensiana* — 18—53°C и *Oscillatoria animalis* — 20—67°C.

*Номенклатурный тип:* описание 4, табл. 2, водоем-охладитель Чернобыльской АЭС, начало водосбросного канала, на береговых откосах, облицованных бетоном, возле уреза воды, при температуре воды 28°C (10.1983 г.).

*Распространение.* В пределах территории Украины сообщества водорослей перифитона, относящиеся к ассоциации *Lyngbya putealis*-*Oscillatorietum brevis*, обнаружены на участках со значительной степенью обогрева в водоемах-охладителях Чернобыльской АЭС (зона смешанных лесов, Украинское Полесье), Трипольской, Ладыжинской, Бурштынской и Добротворской ТЭС (лесостепная зона), а также Кураховской, Мироновской, Старобешевской, Славянской и Углегорской ТЭС (степная зона).

Таким образом, в результате многолетних исследований установлено, что во всех обследованных водоемах-охладителях тепловых и атомных электростанций Украины на участках, подверженных значительному обогреву, формируются однотипные сообщества фитоперифитона, которые относятся к ассоциации *Lyngbya putealis*-*Oscillatorietum brevis*, что обусловлено

сходством условий их обитания (специфический температурный режим и однотипный субстрат). Ассоциация *Lyngbyo putealis-Oscillatorietum brevis* диагностируется таксонами водорослей, относящихся к отделам *Bacillariophyta* (19 видов) и *Cyanophyta* (11). Выделенная ассоциация характеризуется наличием среди диагностических таксонов видов синезеленых водорослей, относящихся к факультативно термофильным организмам.

Сообщества ассоциации *Lyngbyo putealis-Oscillatorietum brevis* характеризуются интенсивным развитием синезеленых водорослей. В число доминантов входят *Lyngbya putealis* и *Lyngbya aestuarii*, а содоминантов — *Oscillatoria brevis* и *Anabaena sphaerica* f. *conoidea*. Субдоминанты представлены 30 видами из отделов *Cyanophyta* (17 видов) и *Bacillariophyta* (13 видов).

В выделенной ассоциации *Bacillariophyta* и *Cyanophyta* преобладают по количеству видов. Наибольшим числом видов представлены классы *Homoniophyceae* и *Bacillariophyceae*, порядок *Oscillatoriales*, семейство *Oscillatoriaceae* и роды *Oscillatoria*, *Phormidium* и *Nitzschia*.

Формирование однотипных сообществ водорослей перифитона на участках, подверженных значительному обогреву, во всех обследованных водоемах-охладителях тепловых и атомных электростанций Украины можно рассматривать как их приспособление к определенным экологическим условиям. Тот факт, что однотипные сообщества водорослей перифитона найдены в водоемах-охладителях, отличающихся по степени тепловой нагрузки, источникам водоснабжения, гидрохимическому и гидрологическому режиму, по своим морфометрическим характеристикам и расположенных в разных физико-географических зонах, свидетельствует о том, что определяющим фактором в их формировании является температурный режим, а именно искусственный обогрев воды, что подтверждается наличием среди диагностических таксонов термофильных видов синезеленых водорослей.

От ассоциаций фитоэпифитона, описанных нами ранее [22, 23], данная ассоциация отличается по условиям местообитания сообществ водорослей (разнотипные водоемы, разный тип субстрата и специфический температурный режим), составу диагностических таксонов, видовому богатству и видовому составу, по флористическим спектрам и спектрам ведущих семейств и родов, а также по доминирующим видам.

### Заключение

В результате многолетних исследований установлено, что во всех обследованных водоемах-охладителях тепловых и атомных электростанций Украины на участках, подверженных значительному обогреву, формируются однотипные сообщества фитоэпифитона, которые относятся к ассоциации *Lyngbyo putealis-Oscillatorietum brevis*, что обусловлено сходством условий их обитания (искусственный обогрев воды и однотипный субстрат). Ассоциация *Lyngbyo putealis-Oscillatorietum brevis* диагностируется таксонами водорослей, относящихся к отделам *Bacillariophyta* и *Cyanophyta*. Характерной особенностью выделенной ассоциации является наличие среди диагностических таксонов видов синезеленых

водорослей, относящихся к факультативно термофильным организмам и обитающих в термальных источниках разных стран мира.

\*\*

*В результаті багаторічних досліджень встановлено, що в усіх досліджених водоймах-охолоджувачах теплових і атомних електростанцій України на ділянках із значним ступенем обігріву формуються однотипні угруповання фітоперифітону, що належать до асоціації *Lyngbya putealis-Oscillatorietum brevis*. Характерною особливістю описаної асоціації є наявність серед діагностичних таксонів термофільних видів синьозелених водоростей.*

\*\*

*As a result of long-term investigations, it has been found that periphyton algae communities of the same type belonging to the association *Lyngbya putealis-Oscillatorietum brevis* are formed in all the studied cooling ponds of thermal and nuclear power stations of Ukraine in the sections subjected to considerable heating. The described association is characterized by the presence of thermophilous species of blue-green algae among its diagnostic taxa.*

\*\*

1. Балашова Н.Б. Материалы к альгофлоре некоторых термальных источников Азербайджана // Вестн. Ленингр. ун-та. — 1974. — Вып. 2, № 9. — С. 36—43.
2. Балашова Н.Б. К флоре водорослей термальных источников Верхнего Истису // Там же. — 1975. — Вып. 1, № 3. — С. 35—39.
3. Батурина Л.Р. Водоросли термальных источников Таджикистана: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Душанбе, 1983. — 20 с.
4. Бобров А.А., Чемерис Е.В. Изучение растительного покрова ручьев и рек: методика, приемы, сложности // Гидробиология 2005: Материалы VI Всерос. шк.-конф. по водным макрофитам, Борок, 11—16 окт. 2005 г. — Рыбинск, 2006. — С. 181—203.
5. Вирбицкас Ю. Гидробиологические проблемы в связи с развитием теплоэнергетики // Теплоэнергетика и окружающая среда. — Вильнюс: Мокслас, 1984. — Вып. 4. — С. 5—7.
6. Гидробиология водоемов-охладителей тепловых и атомных электростанций Украины. — Киев: Наук. думка, 1991. — 192 с.
7. Еленкин А.А. Синезеленые водоросли СССР. — М.; Л.: Изд-во АН СССР. Общая часть. — 1936. — 684 с.; Спец. часть. Вып. 1. — 1938. — 984 с.; Вып. 2. — 1949. — 1908 с.
8. Кодекс фитосоциологической номенклатуры. — 2-е изд. // Бюлл. Моск. о-ва испытат. природы, отд. биол. — 1988. — Т. 93, № 6. — С. 112—130.
9. Никитина В.Н. Синезеленые водоросли некоторых термальных источников Кавказа // Вестн. Ленингр. ун-та. — 1974. — Вып. 2, № 9. — С. 56—63.
10. Никитина В.Н. Ассоциации синезеленых водорослей некоторых термальных источников Ставропольского и Краснодарского краев и Грузинской ССР // Там же. — 1975. — Вып. 1, № 3. — С. 54—59.

11. *Никитина В.Н.* Синезеленые водоросли минеральных и термальных источников Кроноцкого заповедника // Там же. — 1983. — Вып. 3, № 15. — С. 47—53.
12. *Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И.* Современная наука о растительности: Учебник. — М.: Логос, 2001. — 264 с.
13. *Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г.* Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. — М.: Наука, 1989. — 223 с.
14. *Мордухай-Болтовской Ф.Д.* Проблема влияния тепловых и атомных электростанций на гидробиологический режим водоемов // Экология организмов водохранилищ-охладителей: Тр. Ин-та биологии внутр. вод. — 1975. — Вып. 27 (30). — С. 7—69.
15. *Разнообразие водорослей Украины* / Под ред. С. П. Вассера, П. М. Царенко // Альгология. — 2000. — Т. 10, № 4. — 309 с.
16. *Рзаева С.Г.* Первые сведения о водорослевой флоре горячих источников Астаринского района Азербайджана // Докл. АН АзССР — 1983. — Т. 39, № 8. — С. 66—68.
17. *Рзаева С.Г.* Водоросли из термальных источников Азербайджана // Новости систематики низших растений. — Л.: Наука, 1983. — Т. 20. — С. 55—56.
18. *Топачевский А.В., Масюк Н.П.* Пресноводные водоросли Украинской ССР. — Киев: Вища шк. — 1984. — 333 с.
19. *Царенко П.М.* Номенклатурно-таксономические изменения в системе «зеленых» водорослей // Альгология. — 2005. — Т. 15, № 4. — С. 459—467.
20. *Шевченко Т.Ф.* Сообщества перифитонных водорослей в районе сброса подогретых вод в водоемах-охладителях ГРЭС и АЭС Украины // Альгология. — 1993. — Т. 3, № 2. — С. 19—31.
21. *Шевченко Т.Ф.* Синезеленые водоросли водоемов-охладителей ГРЭС и АЭС Украины // Там же. — 1995. — Т. 31, № 4. — С. 62—75.
22. *Шевченко Т.Ф.* Ценологическая характеристика фитоэпифитона зеленых нитчатых водорослей днепровских водохранилищ // Материалы I (VII) Международной конференции по водным макрофитам «Гидробиотика — 2010». Борок, 9—13 октября 2010 г. — Ярославль, 2010. — С. 332—335.
23. *Шевченко Т.Ф., Харченко Г.В., Клоченко П.Д.* Ценологический анализ фитоэпифитона водоемов г. Киева // Там же. — 2009. — Т. 45, № 5. — С. 47—60.
24. *Эргашев А.Е.* Альгофлора искусственных водоемов Средней Азии. — Ташкент: ФАН, 1974. — 250 с.
25. *Anagnostidis K.* Untersuchungen über die Cyanophyceen einiger Thermen in Griechenland. — Thessaloniki, 1961. — 322 s.
26. *Anagnostidis K., Zehnder A.* Beitrag zur Kenntnis der blualgenvegetation der Thermen von Baden und Leukerbad (Schweiz.) // Schweiz. Z. Hydrologie, 1964. — Vol. 26, N 1. — P. 170—176.
27. *Claus G.* Studien über die Algenvegetation der Thermalquelle von Bukkszek // Arch. Hydrobiol. — 1959. — Vol. 55, N 1. — P. 1—29.

28. *Copeland J.J.* Yellowstone thermal Myxophyceae // *Ann. N. Y. Acad. Sci.* — 1936. — Vol. 26, art. 1. — P. 1—23.
29. *Golubić S.* Algenvegetation der Felsen. — Stuttgart, 1967. — 183 s.
30. *Thomas J., Gonzalves E.A.* Thermal algae of western India. I. Algae of the hot springs at Alkoli and Ganespuri // *Hydrobiologia.* — 1965. — Vol. 25, N 3—4. — P. 330—340.
31. *Thomas J., Gonzalves E.A.* Thermal algae of western India. II. Algae of the hot springs at Palli // *Ibid.* — 1965. — Vol. 25, N 3—4. — P. 340—351.
32. *Thomas J., Gonzalves E.A.* Thermal algae of western India. III. Algae of the hot springs at Sav // *Ibid.* — 1965. — Vol. 26, N 1—2. — P. 21—28.
33. *Thomas J., Gonzalves E.A.* Thermal algae of western India. IV. Algae of the hot springs at Aravali, Tooral and Rajewadi // *Ibid.* — 1965. — Vol. 26, N 1—2. — P. 29—40.
34. *Thomas J., Gonzalves E.A.* Thermal algae of western India. V. Algae of the hot springs at Tuwa // *Hydrobiologia.* — 1965. — Vol. 26, N 1—2. — P. 41—54.
35. *Thomas J., Gonzalves E.A.* Thermal algae of western India. VI. Algae of the hot springs at Unai, Iasundra and Unapdeo // *Ibid.* — 1965. — Vol. 26, N 1—2. — P. 55—65.

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

Поступила 30.05.11