

УДК 582.25

Н. Н. Корнейчук, Г. Е. Киричук

**СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ФИТОМИКРОПЕРИФИТОНА ТРАНСГРАНИЧНОЙ
р. СТВИГИ**

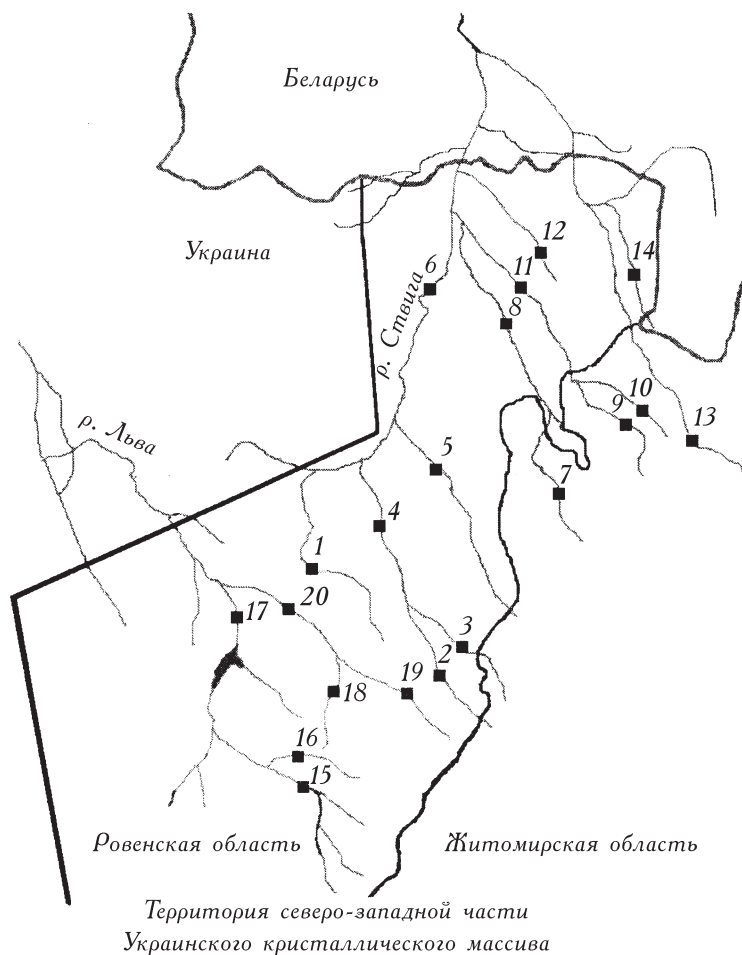
Изучено распределение водорослей перифитона на разнотипных субстратах трансграничной р. Ствиги. Установлено, что фитомикрופерифитон был сформирован преимущественно Bacillariophyta и Chlorophyta. Наибольший вклад в видовое разнообразие, численность и биомассу вносили представители классов Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Euglenophyceae, Zygnematorphyceae и Hormogoniophyceae. Наибольшим количеством видов, численностью и биомассой характеризовались водоросли каменных субстратов, а наивысшим информационным разнообразием — водокраса обыкновенного.

Ключевые слова: фитомикрופерифитон, разнотипные субстраты, трансграничная река, видовое, таксономическое и информационное разнообразие, численность, биомасса.

Одним из природных регионов, который находится в границах нескольких государств, является Полесье. На его территории еще сохранились уникальные для Европы естественные лесные, водные и водно-болотные экосистемы. Изучение биологического разнообразия этих экосистем необходимо для разработки стратегии охраны и использования природного наследия территорий беларуско-украинского пограничья [1, 13, 18]. Фитомикрופерифитон является одним из важных компонентов водных экосистем, его таксономический состав может быть использован для мониторинга их состояния [8, 16]. Изучению фитомикрופерифитона посвящено немало работ [4—7, 9, 10, 14, 17], в то же время водорослевые обрастания различных твердых субстратов трансграничных малых и средних рек Украины остаются малоизученными. Трансграничная р. Ствига расположена на территории северо-западной части Украинского кристаллического щита. Интерес к альгофлоре этой реки во многом связан с ее расположением между Ровенским и Полесским природными заповедниками, удаленностью от источников антропогенного загрязнения и возможностью использования в качестве модельного объекта.

Целью работы было изучение видового состава, таксономической структуры, количественного и информационного разнообразия перифитонных альгоценозов трансграничного притока р. Припяти — р. Ствиги.

© Н. Н. Корнейчук, Г. Е. Киричук, 2017



1. Карта-схема бассейна р. Стви́ги и станций отбора проб.

Материал и методика исследований. Материалом послужили результаты изучения водорослевых обрастаний субстратов различного типа: природного каменного, искусственного бетонного и растительных — рогоза узколистного (*Typha angustifolia* L.) и водокраса обыкновенного (*Hydrocharis morsus-ranae* L.). Пробы отбирали на 20 станциях бассейна р. Стви́ги в 2010—2016 гг. (рис. 1).

В пределах Украины р. Стви́га протекает по территории Ровенской и Житомирской областей, а также Брестской и Гомельской областей Республики Беларусь. Длина реки составляет 178 км, площадь бассейна 5440 км², из которых на территории Украины соответственно 60 км и 870 км². Главные правые притоки Студеница (32 км), Плав (46 км), Мутви́ца (34 км), левые — Льва (172 км) и Переросль (27 км) [2].

1. Таксономическое разнообразие фитомикрופерифитона р. Ствиги

Отделы	Классы	Порядки	Роды	Виды (ввт)
Cyanoprokaryota	2	3	11	29 (30)
Euglenophyta	1	1	6	30 (31)
Bacillariophyta	3	15	44	157 (179)
Xanthophyta	1	1	2	2
Chlorophyta	3	5	32	63 (71)
Всего	10	25	95	281 (313)

Отбор проб фитомикрופерифитона, их фиксацию и камеральную обработку выполняли общепринятыми методами [11]. Численность и биомассу водорослей каменных и бетонных субстратов и рогоза рассчитывали на единицу площади, а водокраса — на единицу массы растения. Доминантами считали виды, численность и/или биомасса которых превышали 10% общих. Сравнение флористических спектров, расчет коэффициента Серенсена, индекса разнообразия Шеннона, встречаемости видов проводили согласно [3, 12, 15].

Результаты исследований и их обсуждение

Таксономическое разнообразие. На разнотипных субстратах р. Ствиги идентифицирован 281 вид (313 внутривидовых таксонов, ввт) водорослей, относящихся к 10 классам, 25 порядкам и 95 родам (табл. 1). Таксономический спектр фитомикрופерифитона формировали Bacillariophyta — 57%, Chlorophyta — 23%, Euglenophyta — 10%, Cyanoprokaryota — 9% и Xanthophyta — 1%.

Основу флористического списка составляли диатомовые и зеленые водоросли, формируя 80% общего количества видов. На уровне классов доминировали Bacillariophyceae — 51% (1-е ранговое место), Chlorophyceae — 13% (2-е), Euglenophyceae — 10% (3-е), Zygnematomphyceae — 9% (4-е) и Hormogoniophyceae — 8% видового состава (5-е) (табл. 2).

Ведущие порядки относились к четырем отделам. Диатомовые водоросли в спектре ведущих порядков разделяли шесть позиций (1-е, 2-е, 7-е, 8-е, 9-е, 10-е ранговые места) и формировали 49,9% видового состава первой десятки. Разнообразно представлены также зеленые водоросли, занимающие 3-е и 5-е ранговые места (19,8%). Порядки синезеленых и эвгеновых водорослей занимали 6-е и 4-е ранговые места, формируя при этом соответственно 7,0 и 9,9% видового состава.

Ведущие роды включали 124 вида (139 ввт), формируя 44,4% видового состава. Одновидовые роды (51) составляли 53,7% родового состава, формируя 16,29% видового богатства. Спектр ведущих таксонов подтверждает доминирующую роль диатомовых в фитоперифитоне р. Ствиги. Так, они преобладали и по количеству видов — 82 (94) (30,0%), и по количеству ранговых мест

2. Доминирующие таксоны фитомикрופерифитона р. Ствиги

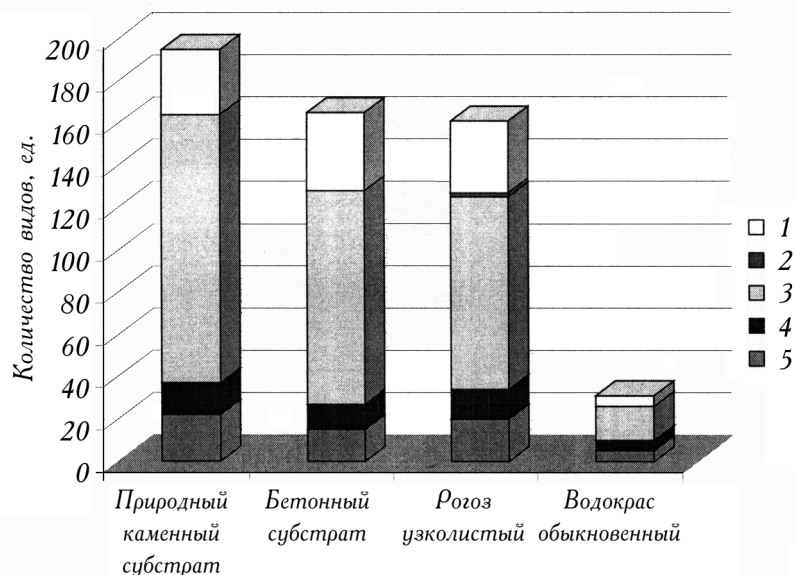
Классы	Количество видов (ввт)	Порядки	Количество видов (ввт)	Роды	Количество видов (ввт)
Bacillariophyceae	137 (158)	Naviculales Bessey	54 (65)	<i>Navicula</i> Bory	21 (22)
Chlorophyceae	35 (39)	Cymbellales Mann	31 (37)	<i>Nitzschia</i> Hass.	19
Euglenophyceae	30 (31)	Chlorococcales Marchand	30 (33)	<i>Oscillatoria</i> Vauch.	17 (18)
Zygnematoophyceae	25 (29)	Euglenales Butsch.	30 (31)	<i>Closterium</i> Nitzsch	14 (16)
Hormogoniophyceae	24 (25)	Desmidiiales (Menegh.) Pasch.	25 (29)	<i>Gomphonema</i> (Ag.) Ehr.	12 (13)
Fragilariophyceae	14 (15)	Oscillatoriales Elenk.	21 (22)	<i>Cymbella</i> Ag.	12 (13)
Coscinodiscophyceae	6	Bacillariales Hend.	19	<i>Trachelomonas</i> Ehr.	11
Chroococophyceae	5	Fragilariales Silva	13 (14)	<i>Pinnularia</i> Ehr.	8 (11)
Ulvophyceae	3	Achnanthesiales Silva	10 (12)	<i>Placoneis</i> Mer. emend. Cox	4 (8)
Xanthophyceae	2	Rhopalodiales Mann	9	<i>Gyrosigma</i> Hass. emend. Cl.	6 (8)

(7 из 10). Синезеленые водоросли занимали 3-е ранговое место — 5,8%, а из зеленых в состав ведущих входил лишь один род *Closterium*, который формировал 5,1% разнообразия.

Видовое богатство водорослей исследованных субстратов было различным. Наибольшее количество видов было зарегистрировано на природных каменных субстратах, а наименьшее — на водокрасе (рис. 2).

Качественный состав фитомикрופерифитона исследуемых субстратов формировали представители Bacillariophyta. Их доля колебалась от 52 (водокрас) до 65% (каменный субстрат). Доля зеленых изменялась от 16% на каменном субстрате и водокрасе до 22% на бетонном, а синезеленых — от 9% на бетонном до 16% на водокрасе.

Количество порядков перифитонных водорослей колебалось от 14 (водокрас) до 22 (каменный субстрат и рогоз) (табл. 3). На всех субстратах первый ранг принадлежал Naviculales, доля которого колебалась от 16 до 23%, вто-



2. Видовое и таксономическое разнообразие водорослевых обрастаний разнотипных субстратов р. Ствига. 1 — Chlorophyta; 2 — Xanthophyta; 3 — Bacillariophyta; 4 — Euglenophyta; 5 — Cyanoprokaryota.

рой — *Symbellales*, соответственно 12, 15 и 12%. На всех субстратах среди ведущих порядков зарегистрированы Oscillatoriales, Chroococcales, Euglenales, Bacillariales, ранговое место которых изменялось от 3-го до 8-го (от 12 до 5,6%). Порядки Eunotiales, Fragilariales и Desmidiiales также входили в первую ранговую десятку, формируя при этом от 1,8 до 9,1% видового разнообразия.

Количество родов на субстратах колебалось от 20 до 74, при этом и минимальные, и максимальные показатели были характерны для растительных субстратов. Основу видового разнообразия на каменных и бетонных субстратах и рогозе формировали 15 родов, составляя при этом соответственно 60, 55 и 50%. Доминирующий комплекс фитоперифитона водокраса был представлен семью родами, на долю которых приходилось 55%.

Первое место среди доминирующих родов на всех типах субстратов принадлежало *Nitzschia*, второе и третье место разделяли *Oscillatoria* и *Navicula* (табл. 4).

На всех типах субстратов в наибольшей мере были представлены виды диатомовых водорослей. Так, на каменном субстрате было идентифицировано 79 (89 ввт), на бетонном — 56 (64), на рогозе — 50 (53), на водокрасе — 12 (соответственно 46, 38, 33 и 39%). На втором месте были синезеленые и эвгленовые водоросли, которые формировали от 3 до 13% видового богатства. Зеленые водоросли на каменном субстрате и рогозе занимали третье

3. Разнообразие фитомикроперифитона бассейна р. Ствига

Порядки	Субстраты			
	природные каменные образования	бетонные сооружения	рогоз узколистый	водокрас обыкновенный
Nostocales (Borzi) Ge- itl.	$\frac{3}{1,5}$	$\frac{2}{1,2}$	$\frac{3}{1,9}$	$\frac{1}{3,2}$
Oscillatoriales	$\frac{17(18)}{9,2}$	$\frac{12}{7,3}$	$\frac{12}{7,5}$	$\frac{4}{13,0}$
Chroococcales Geitl.	$\frac{1}{0,5}$	—	$\frac{4}{2,5}$	—
Euglenales	$\frac{15}{7,7}$	$\frac{12}{7,3}$	$\frac{13(14)}{8,7}$	$\frac{5}{16}$
Achnanthes	$\frac{4(5)}{2,6}$	$\frac{8}{4,8}$	$\frac{6}{3,7}$	$\frac{1}{3,2}$
Bacillariales	$\frac{15}{7,7}$	$\frac{14}{8,5}$	$\frac{9}{5,6}$	$\frac{5}{16,0}$
Cymbellales	$\frac{19(24)}{12,0}$	$\frac{19(24)}{15,0}$	$\frac{18(20)}{12,0}$	$\frac{1}{3,2}$
Eunotiales Silva	$\frac{7}{3,6}$	$\frac{3}{1,8}$	$\frac{4}{2,5}$	$\frac{1}{3,2}$
Lyrellales Mann	$\frac{1}{0,5}$	$\frac{1}{0,6}$	$\frac{1}{0,6}$	—
Mastogloiales Mann	$\frac{2(3)}{1,5}$	$\frac{2}{1,2}$	$\frac{2}{1,2}$	$\frac{1}{3,2}$
Naviculales	$\frac{36(44)}{23,0}$	$\frac{28(33)}{20,0}$	$\frac{25(29)}{18,0}$	$\frac{5}{16,0}$
Rhopalodiales	$\frac{9}{4,6}$	$\frac{2}{1,2}$	$\frac{3}{1,9}$	—
Surirellales Mann	$\frac{3}{1,5}$	$\frac{1}{0,6}$	—	—
Thalassiophysales Mann	$\frac{1}{0,5}$	$\frac{1}{0,6}$	—	—
Aulacoseirales Mois. et Makar.	$\frac{2}{1,0}$	$\frac{1}{0,6}$	$\frac{3}{1,9}$	—
Melosirales Gles.	$\frac{1}{0,5}$	$\frac{1}{0,6}$	$\frac{1}{0,6}$	—
Thalassiosirales Gles. Et Makar.	$\frac{2}{1,0}$	$\frac{2}{1,2}$	$\frac{2}{1,2}$	$\frac{1}{3,2}$

Продолжение табл. 3

Порядки	Субстраты			
	природные каменные образования	бетонные сооружения	рогоз узколистый	водокрас обыкновенный
Fragilariales	$\frac{10}{5,1}$	$\frac{8}{4,8}$	$\frac{10(11)}{6,8}$	$\frac{1}{3,2}$
Mischococcales Ettl sensu Dogadina	—	—	$\frac{2}{1,2}$	—
Chlamydomonadales Fritsch	$\frac{3}{1,5}$	$\frac{2(3)}{1,8}$	$\frac{3}{1,9}$	$\frac{1}{3,2}$
Chlorococcales	$\frac{17}{8,7}$	$\frac{19}{12,0}$	$\frac{19}{12,0}$	$\frac{3}{9,7}$
Sphaeropleales Kotz. emend. M.A. Buchheim et al.	—	—	$\frac{1}{0,6}$	—
Ulotrichales Bohl.	$\frac{3}{1,5}$	$\frac{1}{0,6}$	$\frac{1}{0,6}$	—
Desmidiiales	$\frac{8}{4,1}$	$\frac{14(15)}{9,1}$	$\frac{10(11)}{6,8}$	$\frac{1}{3,2}$
Vсero	$\frac{179(195)}{100}$	$\frac{153(165)}{100}$	$\frac{152(161)}{100}$	$\frac{31}{100}$

П р и м е ч а н и е. Над чертой — количество видов (ввт), под чертой — %.

место — соответственно 3 и 5%, на бетонном разделяли второе место с сине-зелеными — 5%, а на водокрасе они отсутствовали.

Доля одновидовых родов составляла от 52 (каменный субстрат и водокрас) до 63% (бетонный субстрат), при этом на каменном субстрате они формировали 18% видового богатства, на бетонном — 24%, на рогозе — 26% и на водокрасе — 52%. Отметим, что именно среди одновидовых родов были выделены характерные лишь для одного типа субстрата. Так, для каменного субстрата это *Asterionella* Hass., *Hyalogonium* Pasch., *Actinastrum* Lagerh., *Ankistrodesmus* Corda, *Pseudocharacium* Korsch., *Tetrastrum* Chod., *Microthamnion* Nag., *Stigeoclonium* Kütz., для бетонного — *Menoidium* Perty, *Achnanthidium* Kütz., *Planothidium* Round et Bukht., *Brachysira* Kütz., *Staurosira* Ehr. emend. Will. et Round, *Characiochloris* Pasch., *Chlamydomodium* Ettl et Kom., для рогоза — *Dactylococcopsis* Hansg., *Gloeocapsa* (Kütz.) Hollerb., *Pseudoholopedia* (Ryppowa) Elenk., *Tabellaria* Ehr., *Goniochloris* Geitl., *Ilsteria* Skuja et Pasch., *Lobomonas* Dang., *Crucigenia* Morr., *Kirchneriella* Schmidle, *Oocystidium* Korsch., *Pseudotetrastrum* Hind., *Hyaloraphidium* Pascher et Korschikov ex Korschikov. Из многовидовых родов, идентифицированных лишь на рогозе, был род *Diatoma* Bory emend. Heib., а на каменном субстрате — *Strombomonas* Defl.

4. Ведущие по количеству видов (%) роды и их ранги в фитоперифитоне р. Ствиги

Роды	Субстраты							
	природные каменные образования		бетонные сооружения		рогоз узколистый		водокрас обыкновенный	
	%	ранг	%	ранг	%	ранг	%	ранг
<i>Nitzschia</i>	7,7	1	8,5	1	5,7	1,5	16,1	1
<i>Oscillatoria</i>	7,2	2,5**	6,1	3	5,7	1,5	12,9	2,5
<i>Navicula</i>	7,2	2,5	7,9	2	5,7	1,5	12,9	2,5
<i>Cymbella</i>	5,1	4	4,8	5	3,8	6,5	3,2	(12,5)
<i>Gyrosigma</i>	4,1	5,5	—	—	1,3	(24,5)	—	—
<i>Pinnularia</i>	4,1	5,5	3	10,5	1,9	(16,5)	—	—
<i>Eunotia</i> Ehr.	3,6	7,5	1,8	(16)	2,5	(11,5)	3,2	(12,5)
<i>Surirella</i> Turp.	3,6	7,5	—	—	1,3	(24,5)	—	—
<i>Gomphonema</i>	3,1	10	4,8	5	4,4	4,5	—	—
<i>Placoneis</i>	3,1	10	3,6	8	2,5	(11,5)	—	—
<i>Closterium</i>	3,1	10	4,8	5	4,4	4,5	—	—
<i>Trachelomonas</i>	2,6	(12)*	3,6	8	3,8	6,5	3,2	(12,5)
<i>Neidium</i> Pfit.	2,1	(13,5)	2,4	(12,5)	2,5	(11,5)	3,2	(12,5)
<i>Caloneis</i> Cl. in Cl.	2,1	(13,5)	1,8	(16)	1,9	(16,5)	—	—
<i>Euglena</i> Ehr.	1,5	(18)	1,2	(21,5)	3,1	8,5	—	—

* В скобках указаны ранги родов, не входящих в ведущую десятку по количеству видов.

** Дробные значения рангов имеют роды, которые включают в себя одинаковое количество видов и, соответственно, делают два или несколько мест [15].

Коэффициент флористического сходства (КФС) фитомикроперифитона показал, что водокрас весьма существенно отличался по видовому составу. Значения КФС при анализе родового сходства (КФС_р) колебались от 0,37 до 0,80, а видового (КФС_в) — от 0,24 до 0,55. Наибольшей схожестью характеризовались водоросли природных каменных, искусственных бетонных субстратов и рогоза узколистого (КФС_р и КФС_в в пределах 0,54—0,80). Несколько меньшие значения КФС_р были отмечены при сравнении фитомикроперифитона водокраса и каменного субстрата (0,43), бетонного субстрата и водокраса (0,48) и рогоза и водокраса (0,37).

Анализ КФС_в представителей различных отделов разных субстратов показал наибольшее сходство качественного состава зеленых водорослей каменных и бетонных субстратов — 0,70 (рис. 3). В целом, наиболее схожим был видовой состав Cyanoprokaryota и Bacillariophyta всех исследованных субстратов — КФС_в в пределах 0,32—0,63 и 0,21—0,67, в среднем соответственно 0,46 и 0,43. Очень существенно различался состав Euglenophyta. Так,

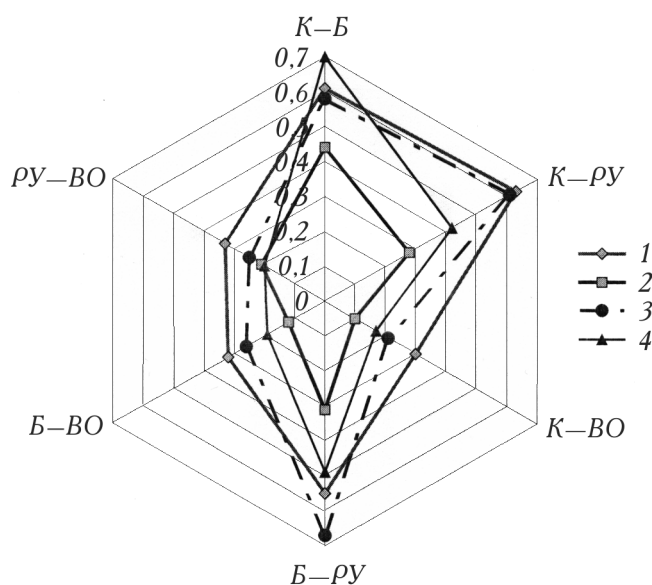
их КФС_в изменялся от 0,1 (каменный субстрат и водокрас) до 0,44 (каменный и бетонный субстрат), в среднем составляя 0,24.

Сравнительный анализ видового состава путем кластерного анализа подтвердил, что наибольшим сходством видового богатства характеризовались природный каменный и искусственный бетонный субстраты (рис. 4).

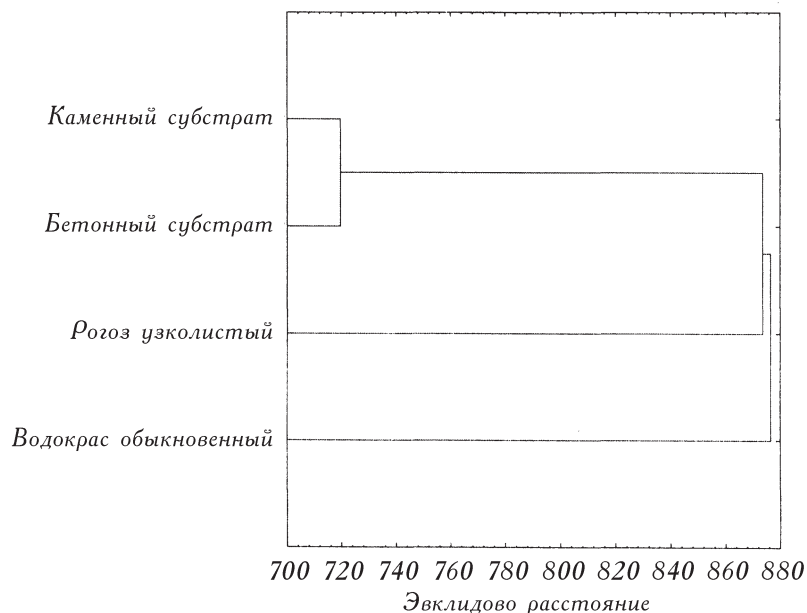
Фитомикробиотон каждого из субстратов характеризовался так называемым комплексом специфических видов, вегетировавших только на одном из них. Количество видов, которые входили в его состав, изменялось от 4 на водокрасе до 76 на каменном субстрате. Наименьшая доля таких видов была характерна для синезеленых водорослей (2,1—12,2% комплекса специфических видов). На каменном и бетонном субстрате доминировали диатомовые (соответственно 60,5 и 56,3%), а на рогозе зеленые водоросли — 36,5%. На водокрасе были равномерно представлены синезеленые, эвгленовые, диатомовые и зеленые водоросли — 25% каждого отдела.

Отмечено, что водоросли комплекса специфических видов характеризовались разной встречаемостью. Так, на каменном субстрате коэффициент встречаемости (КВ) *Symbella aspera* (Ehr.) Cl., *Gyrosigma nodifera* (Grun.) Reim. in Patr. et Reim. составлял 21,1%, *Mastogloia smithii* var. *amphicephala* Grun. in Cl. et Moll., *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh., *G. acuminatum* var. *brebissonii* (Kütz.) Cl., *Neidium affine* var. *longiceps* (Greg.), *Surirella biseriata* Bréb. in Bréb. et God, Cl., *Closterium archerianum* Ci. — 15,8%, *Oscillatoria lauterbornii* Schmidle, *Nitzshia lanceolata* W. Sm., *N. filiformis* (W. Sm.) Schutt, *Symbella cistula* (Hemp. in Hemp. et Ehr.) Kirch., *Eunotia arcus* Ehr., *Mastogloia smithii* Thw. in W. Sm., *Surirella elegans* Ehr., *Asterionella formosa* Hass., *Cosmarium suborbiculare* (W. et G.S. West) Pal.-Mordv. — 10,5%. Минимальная встречаемость отмечена (КВ 5,3%) для 57 видов.

На бетонном субстрате высокой встречаемостью характеризовались *Cosmarium obtusatum* Schmidle (КВ 25,0%), *Trachelomonas conica* Playf., *Navi-*



3. Сравнительный анализ КФС_в водорослей перифитона разнотипных субстратов р. Ствиги. 1 — Cyanoprokaryota; 2 — Euglenophyta; 3 — Bacillariophyta; 4 — Chlorophyta; К — каменный субстрат; Б — бетонный субстрат; PU — рогоз узколистный; BO — водокрас обыкновенный.



4. Дендрограмма различий флор разнотипных субстратов р. Ствиги.

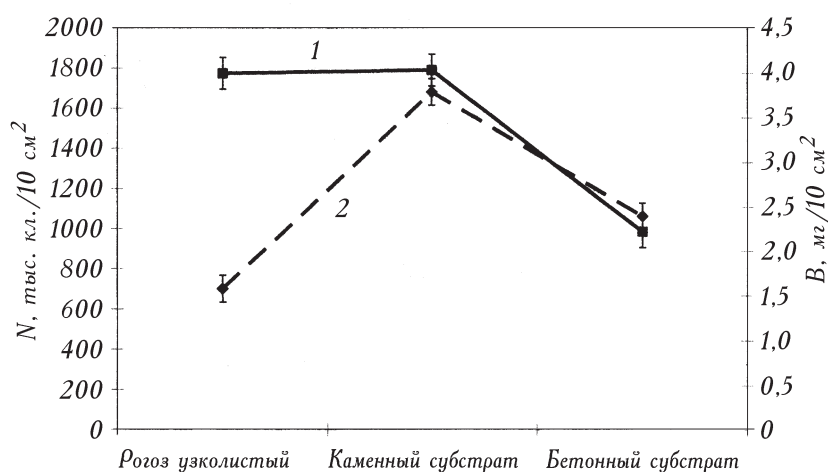
cula vulpina Kütz., *N. platystoma* var. *pantoczekii* Wisl. et Kolbe, *Stauroneis anceps* f. *linearis* (Ehr.) Ci., *Desmodesmus costato-granulatus* (Skuja) Hegew., *Closterium acerosum* (Schrank) Ehr., *C. diana* var. *arcuatum* (Bréb.) Rabenh. (КВ 16,7%). Минимальная встречаемость (КВ 5,3%) отмечена для 40 видов.

На рогозе КВ *Tabelaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz., *Staurastrum paradoxum* var. *paradoxum* Meyen составлял 15,0%, *Merismopedia punctata* f. *punctata* Meyen, *Euglena pascheri* Swir., *Trachelomonas planktonica* f. *oblonga* (Drez.) Popova, *Aulacoseira valida* (Grun.) Kram., *Diatoma vulgare* var. *ovalis* (Fricke) Hust., *Crucigenia fenestrata* (Schmidle) Schmidle, *Closterium striolatum* Ehr. — 10,0%. Минимальная встречаемость (КВ 5,0%) отмечена для 31 вида.

Комплекс специфических видов водорослей водокраса формировали *Oscillatoria acutissima* Kuff., *Trachelomonas mucosa* Swir., *Navicula viridula* Kütz., *Cosmarium impresillum* Elfv., которые имели минимальные КВ.

Количественные показатели. Количественное развитие фитомикроперифитона на разных типах субстратов варьировало в широких границах. Численность изменялась от 49,08 на рогозе до 4131,0 тыс. кл./10 см² на каменном субстрате (рис. 5). Минимальные значения биомассы отмечены на растительных субстратах (0,08 мг/10 см²), а максимальные — каменном субстрате — 16,3 мг/10 см³.

Минимальные значения численности на каменном субстрате (168,0 тыс. кл./10 см² на ст. 6) были обусловлены отсутствием синезеленых и эвглено-



5. Средние значения количественных показателей водорослей разнотипных субстратов р. Ствига.

вых водорослей, а максимальные (4131,0 тыс. кл./10 см² на ст. 3) — массовым развитием диатомей *Nitzshia vermicularis* (Kütz.) Hant. in Rabenh. (1207 тыс. кл./10 см²), *Craticula cuspidata* (Kütz.) Mann in Round, Crawf., Mann. (1224 тыс. кл./10 см²) и *Stauroneis anceps* Ehr. (459 тыс. кл./10 см²), формировавших 70% численности. Минимальные значения биомассы (0,17 мг/10 см² на ст. 10) определялись слабым развитием диатомовых водорослей (0,04 мг/10 см² при средних показателях по субстрату 3,79 мг/10 см²). Максимальные показатели (16,3 мг/10 см² на ст. 12) достигались за счет *Nitzshia vermicularis* (3,39 мг/10 см²), *N. macilenta* Greg. in Grev. (1,02 мг/10 см²), *Stauroneis anceps* (1,78 мг/10 см²) и *Closterium attenuatum* Ehr. (7,65 мг/10 см²).

На бетонном субстрате минимальное обилие фитоперифитона было отмечено на ст. 10 (79,8 тыс. кл./10 см² и 0,20 мг/10 см²), что обусловлено слабым развитием эвгленовых и зеленых водорослей, представленных лишь пятью видами: *Trachelomonas rotunda* var. *rotunda* Swir., *Chlamydomonas globosa* Snow, *Monoraphidium arcuatum* (Korsch.) Hind., *Closterium cynthia* De Not., *Closterium abruptum* W. West. Максимальная численность водорослей на этом типе субстрата (2778,4 тыс. кл./10 см² на ст. 19) достигалась за счет массового развития *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Breb. (440 тыс. кл./10 см²), *Oscillatoria amphibia* Ag. (298,4 тыс. кл./10 см²), *Nitzshia paleacea* (Grun.) Hust. in A. S. et al. (224 тыс. кл./10 см²), *Fragilariforma virescens* (Ralfs) Will. et Round (440 тыс. кл./10 см²), а биомассы (8,6 мг/10 см² на ст. 15) — *Nitzshia vermicularis* (3,25 мг/10 см²), *Stauroneis phoenicenteron* (1,34 мг/10 см²), *Neidium iridis* (Ehr.) Cl. (1,31 мг/10 см²), *Melosira varians* Ag. (1,26 мг/10 см²).

Водорослевые обрастания рогоза достигали максимальных количественных показателей (2131,67 тыс. кл./10 см² на ст. 5 и 5,28 мг/10 см² на ст. 18) за счет развития диатомей, формировавших 58% численности (*Cocconeis placentula* Ehr. — 290,78, *Aulacoseira valida* — 223,68, *Nitzshia vermicularis* и *Stauroneis anceps* по 89,47 тыс. кл./10 см²) и 56% биомассы (*Cymbella aspera* —

0,56, *Navicula lanceolata* (Ag.) Ehr. — 0,47, *Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehr. — 0,56 мг/10 см²). Минимальные значения численности (48,01 тыс. кл./10 см² на ст. 10) были обусловлены полным отсутствием синезеленых, а биомассы (0,08 мг/10 см² на ст. 12) — эвгленовых водорослей.

По численности в фитомикрופерифитоне р. Ствигаb доминировали синезеленые (35—61%) и диатомовые водоросли (28—59%), по биомассе — диатомовые (37—81%) и зеленые (16—24%). На водокрасе доминировали эвгленовые водоросли, биомасса которых составляла 37%. Представители Xanthophyta, идентифицированные лишь на рогозе, формировали до 1%.

Фитомикрופерифитон каменных и бетонных субстратов и рогоза характеризовался олигодоминантной структурой, с доминированием двух — четырех видов: *Nitzshia vermicularis* (*N* — 18%, *B* — 29% общих показателей), *Craticula cuspidata* (*N* — 9%, *B* — 10%), *Closterium attenuatum* (*B* — 11%) — каменный субстрат, *Nitzshia vermicularis* (*N* — 18%, *B* — 28%), *Melosira varians* (*N* — 8%, *B* — 12%) — бетонный субстрат, *Oscillatoria amphibia* (*N* — 19%), *Oscillatoria geminata* (Menegh.) Gom. (*N* — 21%), *Surirella tenera* Greg. (*B* — 10%) — рогоз.

На водокрасе количественные показатели фитомикрופерифитона были ниже, его структура приближалась к полидоминантной с доминированием шести видов: *Oscillatoria amphibia* (*N* — 12%), *O. limosa* Ag. (*N* — 12%), *Lepocinclis fusiformis* (Carter) Lemm. (*B* — 18%), *Cosmarium impresillum* (*B* — 16%), *Nitzshia vermicularis* (*N* — 3%, *B* — 11%), *Aneumastus tusculus* (Ehr.) Mann et Stick. (*N* — 4%, *B* — 10%).

Субдоминирующий комплекс каменного субстрата формировали синезеленые и диатомовые водоросли: *Oscillatoria amphibia* (*N* — 9,0%), *O. geminata* (*N* — 6,0%), *O. limosa* (*N* — 9,2%), *Stauroneis anceps* (*B* — 8,2%), *Melosira varians* (*N* — 4,4%, *B* — 7,2%). Значительная роль в численности водорослей бетонного субстрата принадлежала *Oscillatoria amphibia* (*N* — 9,2%), *O. splendida* Grew. (*N* — 8,3%) и *Fragilariforma virescens* (*N* — 5,9%), а субдоминирующий комплекс по биомассе был диатомово-зеленый: *Stauroneis anceps* (*B* — 5,0%), *S. phoenicenteron* (*B* — 5,0%), *Neidium iridis* (*B* — 5,0%) и *Cosmarium ochthodes* var. *amoebum* W. West (*B* — 7,8%).

В отличие от неорганических субстратов, на рогозе в состав субдоминирующего комплекса не входят представители отдела Cyanoprokaryota, но значительным был вклад в биомассу эвгленовых, диатомовых и зеленых водорослей: *Trachelomonas planktonica* f. *oblonga* (*B* — 4%), *Cocconeis placentula* (*B* — 4%), *Nitzshia vermicularis* (*B* — 4%), *Stauroneis anceps* Ehr. (*B* — 7,4%), *Stauroneis phoenicenteron* (*B* — 4%), *Closterium striolatum* (*B* — 8%), *Closterium abruptum* (*B* — 5,3%).

Информационное разнообразие. Индекс разнообразия Шеннона был в пределах от 1,12 до 4,44, составляя в среднем 3,46 бит/экз. и 2,95 бит/г (табл. 5). Такие показатели указывают на незначительный антропогенный пресс на исследуемую речную экосистему. Наивысшие значения индекса Шенно-

6. Информационное разнообразие водорослей разнотипных субстратов р. Ствиги

Отделы	Субстраты											
	природные каменные образования			бетонные сооружения			рогоз узколистный			водокрас обыкновенный		
	Н _Н , бит/экз.	Н _В , бит/г	Н _В , бит/г	Н _Н , бит/экз.	Н _В , бит/г	Н _В , бит/г	Н _Н , бит/экз.	Н _В , бит/г	Н _В , бит/г	Н _Н , бит/экз.	Н _В , бит/г	Н _В , бит/г
Cyanoprocyota	0,43 – 2,43	0,01 – 0,56	0,01 – 0,68	0,36 – 1,76	0,01 – 0,68	0,34 – 2,12	0,03 – 1,11	0,00 – 2,56	0,00 – 0,41	0,00 – 2,56	0,00 – 0,41	0,00 – 0,41
	1,13 ± 0,06	0,16 ± 0,01	0,17 ± 0,06	0,93 ± 0,06	0,17 ± 0,06	0,99 ± 0,10	0,25 ± 0,04	1,28 ± 0,07	0,21 ± 0,03	1,28 ± 0,07	0,21 ± 0,03	0,21 ± 0,03
Euglenophyta	0,02 – 0,11	0,02 – 0,35	0,03 – 0,58	0,03 – 0,14	0,03 – 0,58	0,03 – 0,89	0,03 – 1,80	0,24 – 1,06	0,40 – 1,27	0,24 – 1,06	0,40 – 1,27	0,40 – 1,27
	0,03 ± 0,005	0,09 ± 0,01	0,20 ± 0,03	0,07 ± 0,01	0,20 ± 0,03	0,17 ± 0,02	0,32 ± 0,06	0,65 ± 0,07	0,84 ± 0,06	0,65 ± 0,07	0,84 ± 0,06	0,84 ± 0,06
Bacillariophyta	0,71 – 4,27	1,11 – 3,37	0,68 – 3,27	0,25 – 3,19	0,68 – 3,27	0,30 – 3,78	0,61 – 3,69	2,10 – 2,41	1,21 – 2,04	2,10 – 2,41	1,21 – 2,04	1,21 – 2,04
	1,99 ± 0,12	2,21 ± 0,07	2,13 ± 0,10	1,90 ± 0,11	2,13 ± 0,10	1,62 ± 0,09	1,93 ± 0,09	2,26 ± 0,01	1,63 ± 0,03	2,26 ± 0,01	1,63 ± 0,03	1,63 ± 0,03
Xanthophyta	—	—	—	—	—	0,00 – 0,06	0,00 – 0,04	—	—	—	—	—
						0,003 ± 0,0005	0,002 ± 0,0002					
Chlorophyta	0,02 – 1,31	0,01 – 0,96	0,03 – 1,62	0,11 – 1,25	0,03 – 1,62	0,03 – 1,62	0,05 – 1,13	0,73 – 1,17	0,48 – 0,83	0,73 – 1,17	0,48 – 0,83	0,48 – 0,83
	0,26 ± 0,01	0,29 ± 0,01	0,56 ± 0,03	0,44 ± 0,06	0,56 ± 0,03	0,44 ± 0,02	0,35 ± 0,02	0,95 ± 0,07	0,66 ± 0,08	0,95 ± 0,07	0,66 ± 0,08	0,66 ± 0,08
Всего	4,33 – 1,29	1,96 – 3,95	2,06 – 4,00	1,85 – 4,44	2,06 – 4,00	1,62 – 4,27	1,12 – 3,85	3,38 – 4,33	2,92 – 3,31	3,38 – 4,33	2,92 – 3,31	2,92 – 3,31
	3,41 ± 0,16	2,76 ± 0,08	3,06 ± 0,06	3,35 ± 0,15	3,06 ± 0,06	3,23 ± 0,12	2,65 ± 0,08	3,86 ± 0,10	3,12 ± 0,09	3,86 ± 0,10	3,12 ± 0,09	3,12 ± 0,09

П р и м е ч а н и е. Над чертой — пределы колебаний, под чертой — средние значения.

на были характерны для фитомикрופерифитона водокраса, что отражает его полидоминантную структуру.

На всех типах субстратов максимальными значениями информационного разнообразия характеризовались диатомовые водоросли (в среднем H_N — 1,94 бит/экз., H_B — 1,98 бит/г), что подтверждается высокими значениями как видового, так и количественного разнообразия Bacillariophyta.

Заключение

В фитомикрופерифитоне трансграничной р. Ствиги доминировали диатомовые и зеленые водоросли. Наибольший вклад в видовое разнообразие, численность и биомассу вносили классы Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Euglenophyceae, Zygnematorphyceae и Hormogoniophyceae. Первое место среди доминирующих родов на всех типах субстратов принадлежало р. *Nitzschia*, второе и третье место разделяли *Oscillatoria* и *Navicula*. Наибольшим количеством видов, численностью и биомассой характеризовался фитомикрופерифитон каменных субстратов, а наивысшее информационное разнообразие было зарегистрировано на водокрасе, что отражает его полидоминантную структуру. Наибольшим сходством видового богатства характеризовались природные каменные и бетонные субстраты. В целом, наиболее сходным был видовой состав отделов Cyanoprokaryota и Bacillariophyta всех исследуемых субстратов.

Численность фитомикрופерифитона изменялась от 49,08 на рогозе до 4131,0 тыс. кл./10 см² на природном каменном субстрате, составляя в среднем 1518,99 тыс. кл./10 см². Минимальные значения биомассы отмечены на растительных субстратах — 0,08 мг/10 см², а максимальные на каменных — 16,3. По численности фитомикрופерифитона р. Ствиги доминировали синезеленые (35—61%) и диатомовые водоросли (28—59%), а по биомассе — диатомовые (37—81%) и зеленые (16—24%). На водокрасе в доминирующий комплекс входили и эвгленовые водоросли, биомасса которых составляла 37%.

Фитомикрופерифитон каменных и бетонных субстратов и рогоза характеризовался олигодоминантной структурой с доминированием двух — четырех видов: *Oscillatoria geminata*, *Nitzschia vermicularis*, *Craticula cuspidata*, *Melosira varians*. На водокрасе, где количественные показатели были ниже, структура приближалась к полидоминантной с доминированием шести видов: *Oscillatoria amphibia*, *Oscillatoria limosa*, *Lepocinclis fusiformis*, *Cosmarium impresillum*, *Nitzschia vermicularis*, *Aneumastus tusculus*, *Cosmarium impresillum*.

Таким образом, водорослевые обрастания разнотипных субстратов трансграничной р. Ствиги характеризовались высоким таксономическим, информационным и количественным разнообразием, доминирующим олигодоминантным комплексом с приближением к полидоминантному.

**

Вивчено розподіл водоростей перифітону на різнотипних субстратах транскордонної р. Ствиги. Встановлено, що фітомікрופерифітон сформований переважно Bacillariophyta та Chlorophyta. Найбільший внесок у видове різноманіття, чисельність та біомасу вносили представники класів Bacillariophyceae, Chlorophyceae,

Euglenophyceae, Zygnematomphyceae i Hormogoniophyceae. Найбільшою кількістю видів, чисельністю та біомасою характеризувалися водорості кам'яних субстратів, а найвище інформаційне різноманітність зареєстроване для фітомікроперифітону жабурника, що відображало його полідомінантну структуру.

**

Microphytoperiphyton of the small transboundary river Stygya was formed mainly by Bacillariophyta and Chlorophyta. Algae of the Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Euglenophyceae, Zygnematomphyceae and Hormogoniophyceae had maximal portions of total species number, abundance and biomass. Algae of rocky substrates were characterized by maximal species number, abundance and biomass, and the highest informational diversity was registered in phytomicroperiphyton of Hydrocharis morsus-ranae, reflecting its polydominant structure.

**

1. Афанасьев С.О. Структура біоти річкових систем як показник їх екологічного стану: Автореф. дис. ... докт. біол. наук. — К., 2011. — 56 с.
2. Географічна енциклопедія України: в 3-х томах / Ред. О. М. Маринич. — К.: Українська Радянська Енциклопедія, 1989. — Т. 2. — 479 с.
3. Девяткин В.Г., Митропольская И.В. Встречаемость видов водорослей как показатель разнообразия альгоценозов // Динамика разнообразия гидробионтов во внутренних водоемах России. — Ярославль: ЯГТУ, 2002. — С. 5—22.
4. Жежера М.Д. Суанорокарыота водоемов Левобережного Полесья (Украина) // Альгология. — 2013. — Т. 23, № 3. — С. 318—329.
5. Клоченко П.Д., Харченко Г.В., Шевченко Т.Ф. Особенности распределения водорослей эпифитона в водоемах г. Киева // Гидробиол. журн. — 2012. — Т. 48, № 1. — С. 43—56.
6. Клоченко П.Д., Шевченко Т.Ф., Васильчук Т.А. и др. К экологии фитоэпифитона водоемов бассейна р. Днепр // Там же. — 2014. — Т. 50, № 1. — С. 44-59.
7. Корнійчук Н.М., Киричук Г.С. Порівняння кількісних показників розвитку водоростевих угруповань обростань різнотипних субстратів річки Тня // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біологічна. — 2016. — Вип. 72. — С. 58—65.
8. Протасов А.А. Перифитон как экотопическая группировка гидробионтов // Журн. Сиб. ун-та. Сер. Биология. — 2010. — Вып. 3. — С. 40—56.
9. Таращук О.С., Шевченко Т.Ф., Клоченко П.Д. Эпифитные водоросли озерного участка Каневского водохранилища (Украина) // Альгология. — 2011. — Т. 21, № 2. — С. 202—212.
10. Таращук О.С., Шевченко Т.Ф., Клоченко П.Д. Фитоэпифитон речного участка Каневского водохранилища (Украина) // Там же. — 2012. — Т. 22, № 2. — С. 198—207.
11. Топачевский А.В., Масюк Н.П. Пресноводные водоросли Украинской ССР : атлас-определитель. — Киев: Вища шк., 1984. — 336 с.
12. Унифицированные методы исследования качества вод. Методы биологического анализа вод. — М., 1983. — Ч. 3. — 372 с.

13. *Холоденко В.С.* Встановлення екологічно допустимого об'єму відбору води з річок (на прикладі Прип'ятського Полісся України): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — К., 2010. — 22 с.
14. *Шевченко Т.Ф., Харченко Г.В., Клоченко П.Д.* Ценологический анализ фитоэпифитона водоемов г. Киева // Гидробиол. журн. — 2009. — Т. 45, № 5. — С. 47—60.
15. *Шмигд В.М.* Математические методы в ботанике. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. — 288 с.
16. *Щербак В.И., Семенюк Н.Е.* Использование фитомикрופерифитона для оценки экологического состояния антропогенно измененных водных экосистем // Гидробиол. журн. — 2011. — Т. 47, № 2. — С. 27—42.
17. *Щербак В.И., Майстрова Н.В., Семенюк Н.Е.* Структурно-функциональная организация фитопланктона и фитомикроэпифитона рек Национального природного парка «Припять — Стоход» // Там же. — 2012. — Т. 48, № 4. — С. 3—21.
18. *Экологическое состояние трансграничных участков рек бассейна Днестра на территории Украины.* — Киев: Академперіодика, 2002. — 356 с.

Житомирский государственный университет

Поступила 26.06.17