

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОД Р. ВТОРАЯ РЕЧКА ПО ДАННЫМ АНАЛИЗА ПЕРИФИТОННЫХ ДИАТОМОВЫХ СООБЩЕСТВ (ВЛАДИВОСТОК, ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)

Т.В. Никулина¹, Т.С. Вшивкова¹, Д.С. Чебан², В.П. Невельская²

¹Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159, г. Владивосток, 690022, Россия
E-mail: nikilinatv@mail.ru; nikilina@ibss.dvo.ru; vshivkova@biosoil.ru
²Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, ул. Гоголя, 41, г. Владивосток, 690014, Россия. E-mail: cheband@bk.ru; lerok125rus@mail.ru

Получены данные о составе флоры цианобактерий и водорослей р. Вторая Речка, которая представлена – 88 видами (92 таксонами внутривидового ранга, учитывая номенклатурный тип вида) из шести отделов: Cyanobacteria, Bacillariophyta, Chlorophyta, Charophyta, Rhodophyta и Euglenozoa. К числу доминантов и субдоминантов отнесены 12 видов: *Navicula lanceolata*, *Nitzschia palea*, *N. inconspicua*, *Nitzschia* sp., *Diatoma vulgare*, *Encyonema silesiacum*, *Gomphonema angustatum*, *Rhoicosphenia abbreviata*, *Ulnaria ulna*, *Craticula subminuscula*, *Sellaphora obesa*, *Phormidium uncinatum*. Проведена оценка качества вод р. Вторая Речка методом Пантле-Бук по составу водорослей – индикаторов сапробности. Установлено, что воды реки относятся к олиго- и бетамезосапробной зонам и соответствуют II–III классу чистоты. Для корректировки полученных данных по качеству вод Второй Речки планируется уточнение видовой идентификации одного из основных доминантов и доработка индивидуальных индексов сапробности (s) доминирующих видов.

ESTIMATION OF WATER QUALITY OF THE VTORAYA RECHKA RIVER ACCORDING TO ANALYSIS OF PERIPHYTON DIATOM COMMUNITIES (VLADIVOSTOK, PRIMORSKY TERRITORY)

T.V. Nikulina¹, T.S. Vshivkova¹, D.S. Cheban², V.P. Nevelskaya²

¹Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, 159 Stoletiya Vladivostoka Avenue, Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: nikilinatv@mail.ru; nikilina@ibss.dvo.ru; vshivkova@biosoil.ru
²Vladivostok State University of Economics and Service, 41 Gogolya Street, Vladivostok, 690014, Russia. E-mail: cheband@bk.ru; lerok125rus@mail.ru

Data on the composition of the flora of cyanobacteria and algae Vtoraya Rechka River were obtained; it is represented by 88 species (92 species, varieties, and forms) from six divisions: Cyanobacteria, Bacillariophyta, Chlorophyta, Charophyta, Rhodophyta, and Euglenozoa. Twelve species were classified as dominants and subdominants: *Navicula lanceolata*, *Nitzschia palea*, *N. inconspicua*, *Nitzschia* sp., *Diatoma vulgare*, *Encyonema silesiacum*, *Gomphonema angustatum*, *Rhoicosphenia abbreviata*, *Ulnaria ulna*, *Craticula subminuscula*, *Sellaphora obesa*, *Phormidium uncinatum*. The assessment of the water quality of the Vtoraya Rechka River using the Pantle-Buck's method. It was found that the river waters belong to the oligo- and betamezosaprobic zones and correspond to the II–III class of water quality. Clarification of species identification of one of the main dominants, correction of individual indices of saprobity (s) of dominant species will be performed to correct the obtained data on Vtoraya Rechka River water quality.

Введение

Высокие темпы разрастания городов, увеличение площадей застроенных (урбанизированных) территорий представляют собой неизбежный исторический процесс. Отсутствие политики по безопасности жизнедеятельности и санитарно-эпидемиологическому благополучию населения, должного внимания к благоустройству, очищению и сохранению водных объектов, являющихся неотъемлемой частью городского ландшафта, приводят к их деградации в связи с значительным усилением антропогенной нагрузки. Качество воды в реках и ручьях на урбанизированных территориях ухудшается из-за увеличения содержания физических, химических или биологических загрязнителей, вызывающих усиление факторов стресса на водосборные бассейны водотоков.

Видовой состав и численность водорослей перифитона в ручьях и реках являются важным показателем их состояния (Davies, Jackson, 2006). Как правило, диатомовые водоросли составляют наиболее обычную и разнообразную группу в водной среде (Jones, 1996), они чувствительны к воздействиям, вызванным изменением стока и загрязняющих веществ, и используются в качестве биоиндикаторов при мониторинге водных ресурсов, в том числе, и по государственным программам в Европе, США, Канаде, Южной Америке и Австралии (Kelly, Whitton, 1995; Lowe, Pan, 1996; Lobo et al., 2004; Szczepocka et al., 2009; Stevenson, 2014; Poikane et al., 2016 и др.).

Для нашего исследования в качестве модельной нарушенной речной экосистемы выбрана одна из рек города Владивостока – Вторая Речка. Река берёт своё начало на западных склонах Центрального хребта и впадает в Бухту Кирпичного Завода (Амурский залив) между мысами Фирсова и Калузина. Речной бассейн Второй Речки почти полностью расположен на территории города, исключение составляет незначительный участок в верховьях реки. Детальное описание водотока и его бассейна приведено в работе Т.С. Вшивковой с соавторами (наст. сб.).

Изучение альгофлоры городской реки проводится в рамках научно-общественного проекта «Ревитализация Второй Речки». Этот проект создан для наиболее полной оценки экологического состояния, контроля за благополучием водного объекта и решения проблем загрязнения водотоков урбанизированных территорий. В комплексном исследовании принимают участие сотрудники ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, студенты и преподаватели ВГУЭС (г. Владивосток).

Цель нашего исследования: выявление таксономического состава альгофлоры и изменения структуры сообществ водорослей перифитона от истока к устью р. Вторая Речка, оценка биологического состояния обследуемого водотока по составу видов – индикаторов органического загрязнения. Получение исходных данных об альгофлоре и сообществах от истока к устью реки полезных для сравнения экологической ситуации в будущем.

Сведения о диатомовой флоре р. Вторая Речка были изложены в двух тезисных и студенческой дипломной работах (Медведь, Черепанова, 2004; Cherapanova, Medved, 2004). В период с весны 2000 г. по осень 2003 г. авторами были отобраны 15 проб в нижнем течении реки, и в результате их обработки выявлена структура диатомовых сообществ в различные сезоны года, а также проведена оценка качества вод водотока по методу DAIPo (Watanabe et al., 1986). За весь период исследования к числу доминантов отнесены семь таксонов; в весенний период доминировали *Encyonema silesiacum* (в оригинале *Cymbella silesiaca*), *Navicula subrhynchocephala*, в зимний – *Gomphonema parvulum*, *Nitzshia palea*, *Navicula gregaria*, *Melosira varians*,

в осенний – *Ulnaria ulna* (в оригинале *Fragilaria ulna*), *N. palea*, *M. varians*. Кроме того, отмечаются виды, также имевшие высокие оценки обилия в разные периоды исследования: *Navicula lanceolata*, *Surirella minuta* и *Rhoicosphenia abbreviata*. Значения индекса DAIPo, рассчитанные для перифитонных сообществ варьировали от 34,0 (осень) до 68,1 (весна).

Материал и методы исследований

Для реализации проекта «Ревитализация Второй Речки» и осуществления комплексных исследований по оценке экологического состояния реки были установлены 7 станций отбора проб, расположенных вдоль русла модельного водотока. В осенний период (октябрь 2020 г.) был проведен отбор альгологических проб на четырех станциях: 1 – верховье левого составляющего истока р. Вторая Речка (140 м ниже точки истока); 3 – микрорайон «Снеговая падь»; 5 – ниже моста трассы А-370 в районе парка «Фантазия» и автобусной остановки «Парк Победы»; 6–20 м выше ж/д моста. Полное описание этих станций и характеристика условий среды на них описаны и приведены на рис. 2 и 4 (а–ж) в статье Т.С. Вшивковой с соавторами (наст. сб.).

Альгологические пробы отбирали, обрабатывали, фиксировали и идентифицировали согласно общепринятым методикам (Swift, 1967; Вассер и др., 1989). При идентификации организмов использовали световой микроскоп «Axioskop 40» (Carl Zeiss Jena), электронный микроскоп EVO 40 (Carl Zeiss Jena) в Центре коллективного пользования «Биология и генетическая инженерия» ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН.

Видовая принадлежность цианобактерий и водорослей определена согласно современным систематическим данным (Голлербах и др., 1953; Попова, 1955; Косинская, 1960; Виноградова и др., 1980; Паламарь-Мордвинцева, 1982; Krammer, Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991; Hartley et al., 1996; Lange-Bertalot, 2001; Krammer, 2002 и др.). Частота встречаемости диатомей установлена с использованием шестибалльной шкалы (Кордэ, 1956).

При проведении экологической характеристики флоры водорослей использовали литературные данные об экологии и отношении водорослей к сапробности: Sladeček, 1986; Van Dam et al., 1994; Bukhtiyarova, 1999; Барина и др., 2006. Оценка степени органического загрязнения вод проведена по методу Пантле-Бук (Pantle, Buck, 1955) в модификации Сладечека (Сладечек, 1967), основанного на выявлении видов водорослей – индикаторов органического загрязнения вод.

Список цианобактерий и водорослей составлен согласно системе, предложенной на мировом альгологическом сайте AlgaeBase и принятой нами в Каталоге пресноводных водорослей юга Дальнего Востока России (Медведева, Никулина, 2014; Guiry, Guiry, 2016). Внутри отделов роды и виды водорослей расположены в алфавитном порядке.

Результаты и обсуждение

Таксономический состав флоры водорослей и цианобактерий р. Вторая Речка в ноябре 2020 г. представлен 88 видами (92 таксонами внутривидового ранга, учитывая номенклатурный тип вида) из шести отделов: Cyanobacteria, Bacillariophyta, Chlorophyta, Charophyta, Rhodophyta и Euglenozoa (табл. 1, 2). Высокое видовое богатство отмечено для отдела Bacillariophyta, объединяющего 80,4% от общего числа идентифицированных видов. В систематической структуре альгофлоры наибольшее

Таблица 1

Таксономический состав цианобактерий и водорослей р. Вторая Речка (октябрь 2020 г.)

Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид	Вид, разновидность, форма	Процентное соотношение
Cyanobacteria	1	1	2	2	3	3	3,3
Bacillariophyta	3	12	20	33	71	74	80,4
Chlorophyta	2	4	4	5	5	5	5,4
Charophyta	1	1	3	3	3	4	4,4
Rhodophyta	1	1	1	1	1	1	1,1
Euglenozoa	1	1	1	2	5	5	5,4
Итого	9	20	31	46	88	92	100

Таблица 2

Видовой состав цианобактерий и водорослей перифитона р. Вторая Речка (октябрь 2020 г.)

№	Вид	р. Вторая Речка				Сапробная характеристика	Индекс сапробности, s
		ст.1	ст. 3	ст. 5	ст. 6		
	CYANOBACTERIA						
	Класс Cyanophyceae						
	Порядок Oscillatoriales						
	Семейство Homoeotrichaceae						
1	<i>Homoeothrix varians</i> Geitler	2	2	3	–	o	1,0
	Семейство Phormidiaceae						
2	<i>Phormidium autumnale</i> (C. Agardh) Trevisan ex Gomont	–	–	–	2	β	2,1
3	<i>Ph. uncinatum</i> (C. Agardh) Gomont ex Gomont	–	2-3	2	5-6	β	2,1
	Bacillariophyta						
	Класс Coscinodiscophyceae						
	Порядок Aulacoseirales						
	Семейство Aulacoseiraceae						
4	<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	–	1	–	–	α-β	2,6
5	<i>A. granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	–	1	–	–	β-α	2,4
6	<i>A. subarctica</i> (O. Müller) Haworth	–	–	–	1	o	1,3
	Порядок Thalassiosirales						
	Семейство Thalassiosiraceae Lebour						
7	<i>Thalassiosira bramaputrae</i> (Ehrenberg) Håkansson et Locker	–	–	–	1	o-α	2,0
	Порядок Melosirales						
	Семейство Melosiraceae						
8	<i>Melosira varians</i> C. Agardh	–	1	–	1	α-β	2,7
	Класс Fragilariophyceae						
	Порядок Fragilariales						
	Семейство Diatomaceae						
9	<i>Stenophora pulchella</i> (Ralfs ex Kützing) Williams et Round	–	–	–	1	o	1,3
10	<i>Diatoma tenue</i> C. Agardh	1	–	–	–	β-α	2,5
11	<i>D. vulgare</i> Bory	1	1	5-6	2-4	β	2,4
12	<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenberg) Patrick var. <i>rectus</i> (Cleve) M. Idei	–	1-3	–	1	o	1,0

13	<i>Meridion circulare</i> (Greville) C. Agardh	1-2	1	–	–	о-β	1,5
	Семейство Fragilariaceae						
14	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières var. <i>capucina</i>	1	1-2	–	–	χ-β	1,0
15	<i>F. capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> (Kützing) Lange-Bertalot	1-2	3	–	–	о-β	1,5
16	<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg var. <i>construens</i> f. <i>venter</i> (Ehrenberg) Bukhtiyarova	–	1	–	–	χ-о	0,5
17	<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	–	1	–	–	β	2,3
18	<i>U. inaequalis</i> (H. Kobayasi) M. Idei	1	2	1	1	–	–
19	<i>U. oxyrhynchus</i> (Kützing) Aboal	–	1	–	–	–	–
20	<i>U. ulna</i> (Nitzsch) Compère	1	4-6	4	1	о-α	1,9
	Порядок Tabellariales Round						
	Семейство Tabellariaceae Kützing						
21	<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing	1	1	–	–	о-α	1,9
	Класс Bacillariophyceae						
	Порядок Eunotiales						
	Семейство Eunotiaceae						
22	<i>Eunotia implicata</i> Nörpel, Lange-Bertalot et Alles	1	–	–	–	–	–
23	<i>E. praerupta</i> Ehrenberg	–	–	–	1	о-α	2,0
	Порядок Cymbellales						
	Семейство Cymbellaceae						
24	<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) Van Heurck	1	3	2-3	1	χ	0,2
25	<i>Cymbopleura naviculiformis</i> (Auerswald) Krammer	–	1	–	–	β-о	1,6
26	* <i>Encyonema cespitosum</i> Kützing var. <i>comensis</i> Krammer	–	–	1	–	–	–
27	<i>E. minutum</i> (Hilse ex Rabenhorst) Mann	–	1	–	–	о-β	1,4
28	<i>E. silesiacum</i> (Bleisch) Mann	5	5-6	1	1	χ-о	0,5
	Семейство Gomphonemataceae						
29	<i>Gomphoneis olivaceum</i> (Hornemann) Dawson ex Ross et Sims	1	–	–	–	β-α	2,5
30	<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst	5	3	2-3	1	β	2,0
31	<i>G. angustum</i> C. Agardh	2-3	1-2	1	–	о	1,4
32	<i>G. brebissonii</i> Kützing	1	–	–	–	–	–
33	<i>G. parvulum</i> (Kützing) Kützing	1	–	1-2	–	χ	0,1
34	<i>G. truncatum</i> Ehrenberg var. <i>truncatum</i>	1	–	–	–	β-α	1,8
35	<i>G. truncatum</i> var. <i>capitatum</i> (Ehrenberg) Patrick	–	1	–	–	–	–
36	<i>Gomphonema</i> cf. <i>clevei</i> Fricke	–	1	–	–	–	–
37	<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek et Stoermer	1-2	2-3	2	1	–	–
	Семейство Rhoicospheniaceae						
38	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot	1-3	1-2	5	2-3	χ-о	0,5
	Порядок Achnanthes						
	Семейство Achnanthesiaceae						
39	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	1	2	1-2	–	о-β	1,5
40	<i>Achnantheidium</i> sp.	–	–	2	2	–	–
41	<i>Planothidium ellipticum</i> (Cleve) Edlund	–	–	1	–	–	–

42	<i>P. haynaldii</i> (Schaarschmidt) Lange-Bertalot	2	1	–	–	–	–
43	<i>P. lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	3-4	1-2	1	–	β - α	2,5
44	<i>Rossithidium linearis</i> (W. Smith) Round et Bukhtiyarova	1	–	–	–	χ - \circ	0,4
	Семейство Cocconeidaceae						
45	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>placentula</i>	1	–	1	1	\circ - β	1,4
46	<i>C. placentula</i> Ehrenberg var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	1	1	2-3	3	–	–
	Порядок Naviculales						
	Семейство Amphipleuraceae						
47	<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	–	1-2	1	–	χ - β	0,9
	Семейство Pinnulariaceae						
48	<i>Pinnularia biceps</i> Gregory	–	–	–	1	β - \circ	1,7
49	<i>P. cf. subanglica</i> Krammer	1	–	–	–	–	–
50	<i>Pinnularia</i> sp.	–	–	–	1	–	–
	Семейство Naviculaceae						
51	<i>Navicula lanceolata</i> Ehrenberg	3-4	5-6	6	5	χ - β - α - ρ	0,9-3,4
52	<i>N. cryptocephala</i> Kützing	–	1	1	1	χ	0,2
53	<i>N. cryptotenella</i> Lange-Bertalot	1	–	1	–	\circ - β	1,4
54	<i>N. radiosa</i> Kützing	1	–	1	–	\circ	1,1
55	<i>N. rostellata</i> Kützing	–	–	1	1	β - \circ	1,7
56	<i>N. slesvicensis</i> Grunow	–	1	–	–	–	–
	Семейство Stauroideaceae Mann						
57	<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) Mann	–	–	–	1	χ - β	1,0
58	* <i>C. subminuscula</i> (Manguin) C.E. Wetzel and Ector	–	–	5	2	–	–
	Семейство Sellaphoraceae						
59	* <i>Sellaphora obesa</i> Mann and Bayer	–	–	–	5	β	–
	Порядок Bacillariales						
	Семейство Bacillariaceae						
60	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	–	1	–	1-2	β - \circ	1,7
61	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	–	–	2-3	–	\circ	1,3
62	<i>N. dissipata</i> (Kützing) Grunow	1	1	–	–	χ	0,2
63	<i>N. fonticola</i> Grunow	–	1	1-2	–	\circ - β	1,5
64	<i>N. frustulum</i> (Kützing) Grunow	–	–	2-3	2-3	–	–
65	<i>N. linearis</i> (C. Agardh) W. Smith	1	–	–	–	χ	0,0
66	<i>N. palea</i> (Kützing) W. Smith	1	1-2	1-3	4-5	α - β	2,75
67	<i>N. pellucida</i> Grunow	–	2	–	–	–	–
68	<i>N. inconspicua</i> Grunow	1	1	6	4	–	–
69	<i>Nitzschia</i> sp. (<i>Nitzschia</i> cf. <i>recta</i> Hantzsch)	–	5-6	6	4-5	–	–
70	<i>N. sublinearis</i> Hustedt	–	–	1	1	–	–
71	<i>N. umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot	–	–	–	1	β - \circ	1,7
	Порядок Rhopalodiales						
	Семейство Rhopalodiaceae						
72	<i>Rhopalodia acuminata</i> Krammer	–	–	1	1	–	–
73	<i>Rh. gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller	–	–	1	–	χ - \circ	0,4
	Порядок Surirellales						
	Семейство Surirellaceae						
74	<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W. Smith	–	–	1	1-3	β	2,35
75	<i>Surirella angusta</i> Kützing	–	1-2	1	1	\circ	1,1

76	<i>S. brebissonii</i> Krammer et Lange-Bertalot var. <i>kuetzingii</i> Krammer et Lange-Bertalot	1	4	1	1	–	–
77	<i>S. minuta</i> Brébisson	–	1-2	–	–	о-α	–
	CHLOROPHYTA						
	Класс Chlorophyceae						
	Порядок Chaetophorales						
	Семейство Chaetophoraceae						
78	<i>Stigeoclonium</i> sp.	–	1	1	–	–	–
	Порядок Oedogoniales						
	Семейство Oedogoniaceae						
79	<i>Oedogonium</i> sp. ster.	–	–	1	–	–	–
	Класс Ulvophyceae						
	Порядок Cladophorales						
	Семейство Cladophoraceae						
80	<i>Chaetophora</i> sp.	–	–	–	2	–	–
81	<i>Cladophora fracta</i> (Müller ex Vahl) Kützing	–	–	–	2	о-α	1,9
	Порядок Ulotrichales						
	Семейство Ulotrichaceae						
82	<i>Ulothrix zonata</i> (Weber et Mohr) Kützing	–	1	–	–	о-α	1,8
	CHAROPHYTA						
	Класс Zygnematophyceae						
	Порядок Zygnematales						
	Семейство Closteriaceae						
83	<i>Closterium acerosum</i> (Schränk) Ehrenberg var. <i>acerosum</i>	–	–	–	2	α-β	2,6
84	<i>C. acerosum</i> var. <i>elongatum</i> Brébisson	–	–	–	1	α-β	2,6
	Семейство Desmidiaceae						
85	<i>Cosmarium subcrenatum</i> Hantzsch	–	1-2	1	–	о	1,1
	Семейство Zygnemataceae						
86	<i>Spirogyra</i> sp. ster.						
	RHODOPHYTA						
	Класс Florideophyceae						
	Порядок Acrochaetiales						
	Семейство Acrochaetiaceae						
87	<i>Audouinella chalybaea</i> (Roth) Bory	–	1	–	–	о-χ	0,5
	EUGLENOZOA						
	Класс Euglenophyceae						
	Порядок Euglenales						
	Семейство Euglenaceae						
88	<i>Euglena acus</i> Ehrenberg	–	–	–	2	β	2,2
89	<i>E. deses</i> Ehrenberg	–	–	–	2-3	ι	5
90	<i>E. proxima</i> Dangeard	–	–	–	2	ρ-α	3,9
91	<i>E. viridis</i> Ehrenberg	–	–	–	2-3	ρ	4,1
92	<i>Lepocinclis fusiformis</i> (Carter) Lemmermann	–	–	–	1	β	2,2

Примечание: ст. 1 – верховье р. Вторая Речка, ст. 3 – микрорайон «Снеговая падь»; ст. 5 – ниже моста трассы А-370 в районе остановки «Парк Победы»; ст. 6 – 20 м выше ж/д моста. Частота встречаемости организмов указана по шестибальной шкале: 1 – единично, 2 – редко, 3 – нередко, 4 – часто, 5 – очень часто, 6 – масса (Кордэ, 1956). «-» – нет данных. Сапробная характеристика: χ – ксеносапробионт, χ-о – ксено-олигосапробионт, о-χ – олиго-ксеносапробионт, χ-β – ксено-бетамезосапробионт, о – олигосапробионт, о-β – олиго-бетамезосапробионт, β-о – бета-олигосапробионт, о-α – олиго-альфамезосапробионт, β – бетамезосапробионт, β-α – бета-альфамезосапробионт, α-β – альфа-бетамезосапробионт, ρ-α – поли-альфамезосапробионт, ρ – полисапробионт, ι – изосапробионт. «*» – вид впервые указывается для южной части Дальнего Востока России.

количество видов, разновидностей и форм содержат семейства *Bacillariaceae* (12 видов и разновидностей) и *Gomphonemataceae* (9); роды *Nitzschia* (11), *Gomphonema* (7) и *Navicula* (6).

Впервые для южной части российского Дальнего Востока указаны диатомовые водоросли *Encyonema cespitosum* Kützing var. *comensis* Krammer, *Sellaphora obesa* Mann and Bayer и *Craticula subminuscula* (Manguin) C.E. Wetzel and Ector.

В перифитонных альгосообществах Второй Речки 12 видов диатомей и цианобактерий находятся в статусе доминантов и субдоминантов. Основными доминантами в альгосообществах реки можно назвать два вида – *Navicula lanceolata* (см. рисунок, 1–5) и *Nitzschia* sp. (точная видовая принадлежность в настоящее время не установлена). Вид *N. lanceolata* выявлен в перифитоне на всей протяженности реки, входит в состав преобладающих видов в среднем и нижнем течении водотока и доминирует в диатомовых сообществах на 3 и 5 станциях. *Nitzschia* sp. также развивается в массе на 3 и 5 станциях, а в нижнем течении его частота встречаемости оценивается как «очень часто».

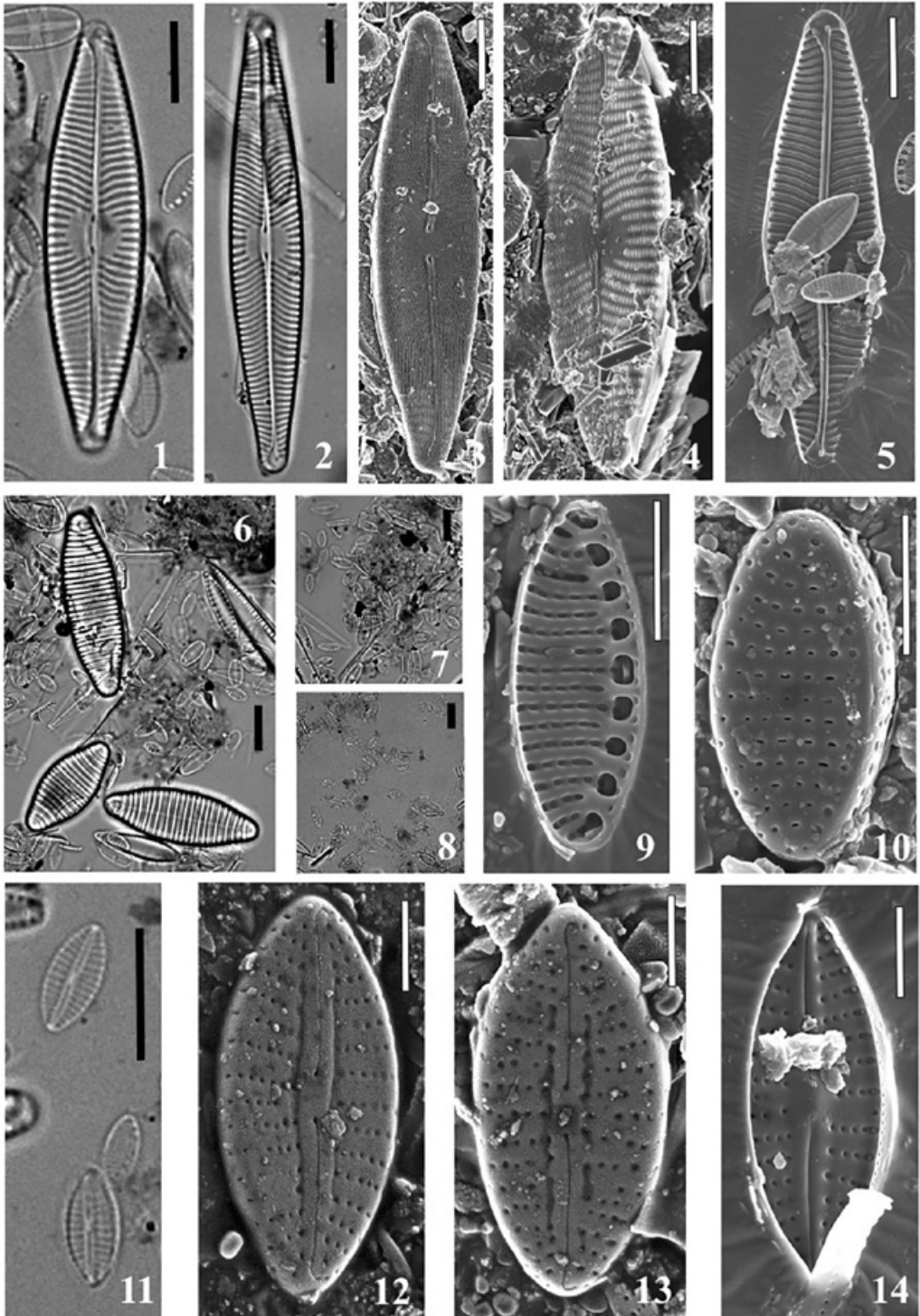
В верхнем течении реки (ст. 1) отмечено 34 вида и разновидности цианобактерий и водорослей, из них к преобладающим отнесены *Encyonema silesiacum* и *Gomphonema angustatum*, с частотой встречаемости «очень часто», все остальные имели оценку обилия «единично» – «часто».

В обрастаниях твердых субстратов на ст. 3 зарегистрированы 47 видов и разновидностей водорослей из отделов *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Charophyta* и *Rhodophyta* и один вид цианобактерий. Кроме *N. lanceolata* и *Nitzschia* sp., к числу доминантов отнесены диатомеи *Ulnaria ulna* и *E. silesiacum*.

Водорослевые сообщества перифитона в нижнем течении Второй Речки (ст. 5) характеризуются вегетированием 41 вида цианобактерий, диатомовых, зеленых и харовых водорослей и обильным развитием шести видов диатомей. Доминировали *N. lanceolata*, *Nitzschia* sp., *N. inconspicua* (см. рисунок, 7–10), *Diatoma vulgare* (см. рисунок, 6), в сочетании с субдоминантами *Craticula subminuscula* (см. рисунок, 11–14) и *Rhoicosphenia abbreviata*.

На самом загрязненном, предустьевом участке водотока (ст. 6, выше железнодорожного моста) видовой состав сообщества, развивающегося на поверхности ила, камней и твердых искусственных субстратов, был представлен цианобактериями, диатомовыми, зелеными, харовыми и эвгленовыми водорослями (всего 47 видов и разновидностей). Высокие показатели численности имели доминант *Phormidium uncinatum* (цианобактерии) и субдоминанты *N. lanceolata*, *Nitzschia* sp., *N. palea* и *Sellaphora obesa* (диатомовые водоросли).

Оценка качества вод р. Вторая Речка методом Пантле-Бук в модификации Сладечека (1967) показала, что в осенний период 2020 г. значения индексов сапробности (*S*) изменялись от 1,49 до 2,32 (табл. 3). Согласно полученным значениям *S*, воды обследованного водотока в верхнем течении относятся к олигосапробной зоне (степень сапробности α - β) и II классу чистоты воды, в среднем и нижнем течении – к бетабезосапробной зоне (степень сапробности (α - β , β - α)) и III классу чистоты, классифицируются как чистые и умеренно загрязненные воды. Индекс $S = 2,32$, полученный для участка реки в районе ст. 6, скорее всего, не отражает картину сильного органического загрязнения (толстый слой иловых отложений, резкий запах сероводорода и гниющей органики, нефтяные разводы у заберегов), подтвержденного бурным развитием эвгленовых водорослей (*Euglena acus*, *E. deses*, *E. proxima*, *E. viridis*, *Lepocinclis fusiformis*), имеющих индексы сапробности от 2,2



Navicula lanceolata Ehrenberg (1–5): 1–4 – наружная сторона створки, 5 – внутренняя сторона створки; 1–2 – СМ, 3–5 – СЭМ; линейка 10 мкм; *Diatoma vulgare* Bory (6): клетки, СМ; линейка 10 мкм; *Nitzschia inconspicua* Grunow (7–10): 7–8 – клетки, СМ; 9 – внутренняя сторона створки, 10 – наружная сторона створки, СЭМ; линейка 2 мкм; *Craticula subminuscula* (Manguin) C.E. Wetzel and Ector (11–14): 11 – клетки, СМ; 12, 13 – наружная сторона створки, СЭМ; 14 – внутренняя сторона створки, СЭМ; линейка 2 мкм.

Таблица 3

Сапробные показатели вод р. Вторая Речка (октябрь 2020 г.)

Место отбора проб	Индекс сапробности (S)	Зона сапробности	Степень сапробности	Класс чистоты воды
ст. 1	1,49	Олигосапробная	о-β	II
ст. 3	1,54	Бетамезосапробная	β-о	III
ст. 5	1,67	Бетамезосапробная	β-о	III
ст. 6	2,32	Бетамезосапробная	β	III

до 5, являющихся полисапробионтами и эусапробионтами, показателями V и VI класса вод.

Таким образом, полученные данные для нижнего участка Второй Речки не вполне соответствуют очевидной действительности и требуют дальнейших дополнительных мониторинговых исследований, уточнения видовой идентификации одного из основных доминирующих видов (*Nitzschia* sp.), а также получения дополнительных данных и корректировки видовых индексов сапробности как для преобладающих в альгосообществах (*Craticula subminuscule*, *Sellaphora obesa*, *Nitzschia inconspicua*), так и для некоторых второстепенных видов. Например, в справочной литературе вид *Navicula lanceolata* характеризуется только как олигосапробионт с $s=0,9$, и только в одном литературном источнике дано более широкое описание спектра экологических и сезонных условий развития вида. Указывается, что *N. lanceolata* произрастает одинаково активно в солоноватых водах и в пресных источниках и с уровнями загрязнения от олиго- до β-мезо- и α-мезосапробного. Скорость воспроизводства *N. lanceolata* заметно снижается в разгар лета, поскольку водоросли этого вида предпочитают низкие температуры. Популяционный взрыв происходит с зимы до весны, когда он встречается даже в α-мезосапробных водах и, таким образом, значительно более устойчив к сильным загрязнениям (Lange-Bertalot, 2001).

Литература

- Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. 2006. Биоразнообразие водорослей – индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: Русское издательство Piles Studio. 498 с.
- Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П., Паламарь-Мордвинцева Г.М., Ветрова З.И. и др. 1989. Водоросли. Справочник. Киев: Наукова думка. 608 с.
- Виноградова К.Л., Голлербах М.М., Зауер Л.М., Сдобникова Н.В. 1980. Зеленые, красные и бурые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 13. Л.: Наука. 248 с.
- Вшивкова Т.С., Никулина Т.В., Клышевская С.В., Дроздов К.А., Жарикова Е.В. 2021. Проблемы загрязнения водотоков урбанизированных территорий и пути их решения на примере реки Вторая Речка (Владивосток, Приморский край) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 9. Владивосток: Дальнаука. С. 43–59.
- Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. 1953. Синезеленые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 2. М.: Советская наука. 652 с.
- Кордэ Н.В. 1956. Методика биологического изучения донных отложений озер (полевая работа и биологический анализ) // Жизнь пресных вод СССР. Т. 4, ч. 1. М., Л.: Изд-во АН СССР. С. 383–413.
- Косинская Е.К. 1960. Десмидиевые водоросли. Конъюгаты, или сцеплянки. Флора споровых растений СССР. Т. 5, вып. 1. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 706 с.
- Медведева Л.А., Никулина Т.В. 2014. Каталог пресноводных водорослей юга Дальнего Востока России. Владивосток: Дальнаука. 271 с.
- Медведь В.А., Черепанова М.В. 2004. Экологический мониторинг сообществ диатомовых водорослей – индикаторов органического загрязнения воды (на примере водоемов городов Южного

- Приморья) // Проблемы экологии и рационального природопользования Дальнего Востока: матер. Регион. конф. молодых ученых. С. 124–127.
- Паламарь-Мордвинцева Г.М. 1982.** Десмидиевые водоросли Украинской ССР (Морфология, систематика, филогения, пути эволюции, флора и географическое распространение). Киев: Наукова думка. 237 с.
- Попова Т.Г. 1955.** Эвгленовые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 7. М.: Советская наука. 282 с.
- Сладечек В. 1967.** Общая биологическая схема качества воды // Санитарная и техническая гидро-биология. М.: Наука. С. 26–31.
- Bukhtiyarova L.N. 1999.** Diatoms of Ukraine. Inland waters. Kyiv. 133 p.
- Cherepanova M.V., Medved V.A. 2004.** Diatoms as indicators of organic pollution of the ponds and rivers in the Vladivostok urbanized zone // Abstracts of IV International Congress “Environmental Micropaleontology, Microbiology and Meiobenthology”, Isparta, Turkey, September 13–18, 2004. P. 37–38.
- Davies S.P., Jackson S.K. 2006.** The biological condition gradient: a descriptive model for interpreting change in aquatic ecosystems // Ecological Applications. V. 16, N4. P. 1251–1266. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2006\)016\[1251:TBCGAD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2006)016[1251:TBCGAD]2.0.CO;2)
- Guiry M.D., Guiry G.M. 2016.** AlgaeBase / Ryan Institute, National University of Ireland, University Road, Galway, Ireland, 1996–2018. URL: <http://www.algaebase.org/>; (searched on 15.12.2016).
- Hartley B., Barber H.G., Carter J.R. 1996.** An atlas of British diatoms. England: Biopress Ltd. 601 p.
- Jones J. 1996.** The diversity, distribution and ecology of diatoms from Antarctic inland waters // Biodiversity and Conservation. N511. P. 1433–1449.
- Kelly M.G., Whitton B.A. 1995.** The Trophic diatom index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. J. // Journal of Applied Phycology. N7. P. 433–444.
- Krammer K. 2002.** *Cymbella* // Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. V. 3. Ruggell: A.R.G. Ganter Verlag K.G. 584 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986.** Bacillariophyceae: Naviculaceae // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2/1. Jena: Gustav Fischer Verlag. 860 S.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1988.** Bacillariophyceae: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2/2. Stuttgart; New York: Gustav Fischer Verlag. 596 S.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991.** Bacillariophyceae: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema* Gesamtliteraturverzeichnis // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2/4. Stuttgart; Jena: Gustav Fischer Verlag. 437 S.
- Lange-Bertalot H. 2001.** *Navicula* sensu stricto, 10 Genera Separated from *Navicula* sensu stricto, *Frustulia* // Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. V. 1. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.G. V. 2. 526 p.
- Lobo E.A., Callegaro V.L.M., Hermany G., Gomez N., Ector L. 2004.** Review of the use of microalgae in South America for monitoring rivers, with special reference to diatoms // Life and Environment, Observatoire Océanologique. V. 54. P. 105–114.
- Lowe R.L., Pan Y. 1996.** Benthic algal communities and biological monitors // Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems. San Diego, California, USA: Academic Press. P. 705–739.
- Pantle F., Buck H. 1955.** Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse // Gas – und Wasserfach. Bd 96, N18. 604 S.
- Poikane S., Kelly M., Cantonati M. 2016.** Benthic algal assessment of ecological status in European lakes and rivers: Challenges and opportunities // Science of the Total Environment. N568. P. 603–613. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.02.027>
- Sládeček V. 1986.** Diatoms as indicators of organic pollution // Hydrochim. hydrobiol. V. 14, N5. P. 555–566.
- Stevenson R.J. 2014.** Ecological assessments with algae: a review and synthesis // J. Phycol. V. 50. P. 437–461.
- Swift E. 1967.** Cleaning diatoms frustules with ultraviolet radiation and peroxide // Phycologia. V. 6, N2/3. P. 161–163.
- Szczepocka S, Szczepocka E., Szulc B. 2009.** The use of benthic diatoms in estimating water quality of variously polluted rivers // Oceanol. Hydrobiol. Stud. V. 38, N1. P. 17–26.
- Van Dam H., Mertens A., Sinkeldam J. 1994.** A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands // Netherlands J. Aquat. Ecol. V. 1, N28. P. 117–133.
- Watanabe T., Asai K., Houki A. 1986.** Numerical estimation to organic pollution of flowing water by using the epilithic diatom assemblage – Diatom Assemblage index (DAI_{po}) // The science of the Total Environment. N55. P. 209–218.