

**ВИДОВОЙ СОСТАВ АЛЬГОФЛОРЫ НИЖНЕГО АМУРА
В 2005–2014 ГГ. И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ
ПО ДАННЫМ БИОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

Т.В. Никулина

*Биолого-почвенный институт ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159, Владивосток,
690022, Россия. E-mail: nikulina@biosoil.ru*

Приведены результаты исследований видового разнообразия водорослей в протоках (Кривая, Чепчики, Малые Чепчики, Новый Амур) и основном русле р. Амур на участке от г. Хабаровск до Амурского лимана и оз. Чля в 2005–2014 гг. Выявлены комплексы доминирующих видов в альгосообществах, описана эколого-географическая характеристика выявленной флоры и определено качество вод по составу водорослей – индикаторов органического загрязнения.

**SPECIES COMPOSITION OF ALGAL FLORA OF AMUR RIVER LOW PART
IN 2005–2014 AND WATER QUALITY EVALUATION
BY BIOLOGICAL ANALYSIS DATA**

T.V. Nikulina

*Institute of Biology and Soil Science, FEB RAS, 159 Stoletiya Vladivostoka Ave., Vladivostok,
690022, Russia. E-mail: nikulina@biosoil.ru*

The results of studies of algal species diversity in the anabranches (Krivaya, Chepchiki, Malyie Chepchiki, Noviyi Amur) and the main channel of the Amur River in the part from Khabarovsk to the Amur Estuary and Chlya Lake from 2005–2014 are presented. The dominant species complexes in the algal communities are identified, ecological and geographical characteristics of algal flora are described and water quality composition of algae – indicators of organic pollution are defined.

Изучение видового разнообразия водорослей в водоемах и водотоках нижнего течения р. Амур и его придаточной системы проводится российскими альгологами почти сто лет, и результаты этих научных исследований изложены в большом числе публикаций. Первые сведения об альгофлоре Нижнего Амура известны из работ Б.В. Сковцова (1917, 1918). В дальнейших работах российских ученых описаны видовой состав и количественные характеристики фитопланктона и бентоса основного течения р. Амур, крупных проток и озер, относящихся к его бассейну. Наиболее полные сведения об истории изучения альгофлоры басс. Амура и аннотированный список видов, включающий 813 видов (941 вид, разновидность и форму) изложены в обобщающих работах Л.А. Медведевой и С.Е. Сиротского (2001, 2002).

Цель исследования – изучение и дополнение видового состава флоры ранее не изученных или слабо изученных водоемов Нижнего Амура, выявление комплексов доминирующих видов в альгосообществах обследованных водных объектов, описание эколого-географической характеристики выявленной альгофлоры и определение качества вод по присутствию видов водорослей – индикаторов органического загрязнения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования послужили качественные и количественные пробы водорослей планктона и перифитона на одиннадцати станциях, расположенных в основном русле р. Амур на участке от г. Хабаровск до Амурского лимана, в пяти протоках Нижнего Амура, оз. Чля и двух безымянных ручьях, впадающих в озеро. Пробы отбирались в июле–августе 2005 г., августе 2011 г., феврале–марте 2013 г., феврале–марте 2014 г.

Места отбора проб в водоемах Нижнего Амура: станция 1 – р. Амур ниже г. Хабаровск; станция 2 – протока Пчелиная (длина 24 км), левый берег р. Амур, 899 км от устья; станция 3 – протока Чепчики (длина 21 км), сообщается с оз. Петропавловское и основным руслом р. Амур, 895 км от устья р. Амур; станция 4 – протока Кривая (длина 38 км), впадает в протоку Чепчики, 890 км от устья; станция 5 – Протока Малые Чепчики, впадает в протоку Чепчики, 892 км от устья; станция 6 – р. Амур, около пос. Шелехово; станция 7 – протока Новый Амур, около пос. Циммермановка; станция 8 – р. Амур, около пос. Сусанино; станция 9 – р. Амур, около пос. Зубаревка; станция 10 – левая сторона р. Амур, мыс Чадбах, в 1 км ниже устья р. Чадбах (граница между р. Амур и Амурским лиманом); станция 11 – оз. Чля.

Отбор альгологического материала и определение видового состава водорослей проводили согласно общепринятым методикам (Водоросли, 1989). При идентификации водорослей использовали световой микроскоп «Alphaphot-2 YS-2» (Nikon, Япония). Величины численности и биомассы водорослей планктона были рассчитаны для станций 1–5 согласно стандартным методикам (Водоросли, 1989). Для оценки частоты встречаемости водорослей использована шестибалльная шкала (Кордэ, 1956). К разряду доминантов в альгосообществах отнесены таксоны, имеющие максимально высокую частоту встречаемости. Для оценки степени органического загрязнения вод использовали метод Пантле-Бука (Pantle, Buck, 1955) в модификации Сладечека (Сладечек, 1967), основанного на выявлении видов водорослей – индикаторов органического загрязнения вод.

Оценка степени таксономического сходства сообществ водорослей на различных станциях Нижнего Амура была проведена с помощью кластерного анализа, при выполнении которого применена статистическая программа – PAleontological STatistics, версия 1.89 (Hammer et al., 2007). В качестве меры сходства использован коэффициент Сёренсена (по: Шитиков и др., 2003), в качестве алгоритма построения кластера – метод невзвешенного парно-группового арифметического усреднения (UPGMA). За единицу сравнения выбран таксон рангом ниже вида.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам исследований 2005–2014 гг. таксономический состав альгофлоры Нижнего Амура включает 336 видов (353 таксона внутривидового ранга, учитывая номенклатурный тип вида) водорослей из отделов Cyanoprokaryota, Bacillariophyta, Chlorophyta, Rhodophyta, Euglenophyta, Dinophyta и Chrysophyta (табл. 1, 2). В общее число таксонов включены нитчатые водоросли из отдела Chlorophyta (*Bulbochaete* sp. ster., *Oedogonium* sp. ster., *Mougeotia* sp. ster., *Spirogyra* sp. ster.), которые были найдены в стерильном состоянии и поэтому не определены до вида, а также идентифицированные до рода динофитовые водоросли *Peridinium* sp. и *Glenodinium* sp.

Основу флористического разнообразия Нижнего Амура формируют водоросли из отделов Bacillariophyta и Chlorophyta, их суммарное видовое разнообразие составляет 90,9% от общего состава. В ряду ведущих семейств альгофлоры верхние позиции занимают пять семейств диатомовых и зеленых водорослей, состав которых представлен 20 и более таксонами рангом ниже вида, а именно: Scenedesmaceae – 33, Fragilariaceae – 31, Bacillariaceae – 26, Desmidiaceae – 22 и Cymbellaceae – 21 вид, разновидность и форма. Наибольшее количество внутривидовых таксонов содержат роды диатомей: *Nitzschia* Hassall

Таблица 1

Таксономический состав водорослей Нижнего Амура

№	Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид	Вид, разновидность, форма	%
1.	Cyanoprokaryota	1	4	7	10	16	16	4,5
2.	Bacillariophyta	3	13	25	59	214	229	64,9
3.	Chlorophyta	3	8	15	33	90	92	26,0
4.	Rhodophyta	1	1	1	1	1	1	0,3
5.	Euglenophyta	1	1	1	4	12	12	3,4
6.	Dinophyta	1	1	1	2	2	2	0,6
7.	Chrysophyta	1	1	1	1	1	1	0,3
Итого		11	29	51	110	336	353	100

Таблица 2

Таксономический список водорослей Нижнего Амура (2005–2014 гг.)

Таксон	Места отбора проб, станция										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Отдел Cyanoprokaryota											
Класс Cyanophyceae											
Порядок Chroococcales											
Семейство Microcystaceae											
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützinger emend. Elenkin	-	1-3	2-3	1-3	1-2	-	-	-	-	-	-
Порядок Nostocales											
Семейство Nostocaceae											
<i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngbye) Brébisson ex Bornet et Flahault	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (Linnaeus) Ralfs ex Bornet et Flahault	1-2	-	1-3	1-2	-	-	-	-	-	-	-
Семейство Rivulariaceae											
* <i>Gloeotrichia echinulata</i> (J.E. Smith) Richter	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-2	-
* <i>Rivularia planctonica</i> Elenkin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
Порядок Oscillatoriales											
Семейство Ammatoideaceae											
<i>Homoeothrix varians</i> Geitler	-	-	-	-	-	5	1-6	2-6	1-2	1-4	-
Семейство Oscillatoriaceae											
<i>Lyngbya aestuarii</i> (Mertens) Liebman ex Gomont	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-
Семейство Phormidiaceae											
<i>Phormidium ambiguum</i> Gomont	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ph. autumnale</i> (Agardh) Trevisan ex Gomont	-	-	-	1-2	-	1-2	1-4	2-3	-	1-2	-
<i>Ph. limosum</i> (Dillwyn) P.C. Silva	-	-	-	-	-	-	-	1-2	3	1-2	-
* <i>Ph. subfuscum</i> Kützinger ex Gomont	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-
Порядок Synechococcales											
Семейство Merismopediaceae											
<i>Aphanocapsa grevillei</i> (Berkley) Rabenhorst	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Merismopedia elegans</i> A. Braun	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2-3	-
<i>M. glauca</i> (Ehrenberg) Kützinger	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-

продолжение таблицы 2

Таксон	Места отбора проб, станция										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>F. tenera</i> (W. Smith) Lange-Bertalot	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>F. vaucheriae</i> (Kützing) Petersen	1-2	1-2	1-3	1	1	1-2	1	-	4-6	3	1-4
<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenberg) Patrick var. <i>arcus</i> f. <i>arcus</i>	1	1	1	1	1	-	1	-	1	-	1
<i>H. arcus</i> f. <i>recta</i> (Cleve) Foget	1-2	-	1	-	1-2	-	1-2	-	1	-	-
<i>H. arcus</i> var. <i>linearis</i> (Holmboe) R.Ross	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Meridion circulare</i> (Greville) Agardh var. <i>circulare</i>	1	-	-	-	1	1	1	1	-	-	1-2
<i>M. circulare</i> var. <i>constrictum</i> (Ralfs) Van Heurck	-	-	-	-	-	3	-	1	3	1	1
<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg var. <i>construens</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>S. construens</i> var. <i>binodis</i> (Ehrenberg) Hamilton	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-2	1-2
<i>Staurosirella berolinensis</i> (Lemmermann) Bukhtiyarova	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-2
<i>S. leptostauron</i> (Ehrenberg) Williams et Round	-	-	-	-	1-2	-	-	1-2	1-2	-	2
<i>S. pinnata</i> (Ehrenberg) Williams et Round	1-2	1	1-3	-	1	-	1	2	5-6	4-5	1-5
<i>Tabularia fasciculata</i> (Agardh) Williams et Round	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2-3
<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	1	1	1	1	-	1	-	-	-	1	-
<i>U. amphirhynchus</i> (Ehrenberg) Compère et Bukhtiyarova	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
<i>U. danica</i> (Kützing) Compère et Bukhtiyarova	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>U. delicatissima</i> (W. Smith) Aboal et Silva	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>U. inaequalis</i> (H.Kobayasi) M.Idei	1	-	1	1	1	-	1	1	-	-	1
<i>U. ulna</i> (Nitzsch) Compère	1-3	1-3	1-2	1-2	1-2	5-6	1-2	1-2	1-3	1-3	1-2
Порядок Tabellariales											
Семейство Tabellariaceae											
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützing	1	1	1	1	1	-	1	-	1	1	1
<i>T. flocculosa</i> (Roth) Kützing	1-3	1	1-2	1	1	1	1	1-2	1	1	1-2
<i>Tetracyclus glans</i> (Ehrenberg) Mills	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Класс Bacillariophyceae											
Порядок Eunotiales											
Семейство Eunotiaceae											
<i>Eunotia arcus</i> Ehrenberg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>E. bidens</i> Ehrenberg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>E. bilunaris</i> (Ehrenberg) Mills	1-2	1-3	1-2	1-2	1-2	-	-	1-2	1-2	1-2	1
<i>E. diodon</i> Ehrenberg	1	1	1	-	1	1	-	-	-	-	1
<i>E. exigua</i> (Brébisson ex Kützing) Rabenhorst	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>E. formica</i> Ehrenberg	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. glacialis</i> Meister	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. implicata</i> Nörpel, Lange-Bertalot et Alles	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>E. incisa</i> W. Smith ex Gregory	-	-	-	-	-	-	-	1-2	2-3	1-3	-
<i>E. monodon</i> Ehrenberg	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. pectinalis</i> (Dillwyn? Kützing) Rabenhorst var. <i>pectinalis</i>	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-

продолжение таблицы 2

Таксон	Места отбора проб, станция										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>G. minutum</i> (Agardh) Agardh	1	-	-	-	-	1-3	1	2-6	-	-	-
<i>G. parvulum</i> (Kützing) Kützing	1	1-2	1	1	1	1	1	2	2-3	2	1
<i>G. productum</i> (Grunow) Lange-Bertalot et Reichelt	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>G. truncatum</i> Ehrenberg	-	-	1	-	1	-	1	1	2	1-2	1
<i>G. ventricosum</i> Gregory	-	-	-	-	1	-	-	-	1-2	-	1
<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek et Stoermer	1	-	1	-	1	-	1	1	1	1	1-5
Порядок Achnanthales Семейство Achnanthaceae											
* <i>Achnanthes borealis</i> Cleve	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>A. inflata</i> (Kützing) Grunow	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
Семейство Cocconeidaceae											
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>placentula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-
<i>C. placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	1-2	-	1	1	1	-	1-3	1	5-6	4-5	1
<i>C. placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) Van Heurck	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-
Семейство Achnanthidiaceae											
<i>Achnanthidium exiguum</i> (Grunow) Czarnecki	-	-	1	1	1	-	-	-	-	1-2	1
<i>A. minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	1-2	1-3	1-2	1-2	1-2	-	1-2	1-2	1-2	2-3	1
* <i>A. pyrenaicum</i> (Hustedt) Kobayasi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Karayevia laterostrata</i> (Hustedt) Round et Bukhtiyarova	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
* <i>Planothidium delicatulum</i> (Kützing) Round et Bukhtiyarova	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	-
<i>P. haynaldii</i> (Schaarschmidt) Lange-Bertalot	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>P. lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	1	-	1	-	-	-	-	1	2	1	1-6
<i>P. peragallii</i> (Brun et Heribaud) Round et Bukhtiyarova	-	-	-	-	-	-	-	-	2-3	1	-
<i>P. rostratum</i> (Oestrup) Round et Bukhtiyarova	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Rossithidium linearis</i> (W. Smith) Round et Bukhtiyarova	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-
Порядок Naviculales Семейство Berkeleyaceae											
<i>Parlibellus protracta</i> (Grunow) Witkowski, Lange-Bertalot et Metzeltin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
Семейство Diadesmidaceae											
<i>Luticula mutica</i> (Kützing) Mann	1	-	1	-	-	-	1	1	1	-	1
* <i>L. nivaloides</i> (W.Bock) Denys & De Smet	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Семейство Amphipleuraceae											
<i>Frustulia amphipleuroides</i> (Grunow) Cleve-Euler	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>F. crassinervia</i> (Brébisson) Lange-Bertalot	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>F. rhomboides</i> (Ehrenberg) De Toni	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>F. vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	-	1	1	-	-	-	1	-	-	1	1

продолжение таблицы 2

Таксон	Места отбора проб, станция										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Семейство Neidiaceae											
<i>Neidium affine</i> (Ehrenberg) Pfitzer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>N. ampliatus</i> (Ehrenberg) Krammer	1	1	1	1	1	-	-	-	-	1	1
<i>N. apiculatum</i> Reimer	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N. bisulcatum</i> (Lagerstedt) Cleve	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>N. dubium</i> (Ehrenberg) Cleve	-	-	1	-	1	-	-	-	1-2	-	-
<i>N. iridis</i> (Ehrenberg) Cleve f. <i>vernalis</i> Reichelt ex Hustedt	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>N. productum</i> (W. Smith) Cleve	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1
Семейство Sellaphoraceae											
<i>Sellaphora bacillum</i> (Ehrenberg) Mann	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>S. pupula</i> (Kützing) Mann	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	-	1-2	1-2	-	1-3	1
Семейство Pinnulariaceae											
<i>Pinnularia acrosphaeria</i> W. Smith	1	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>P. angusta</i> (Cleve) Krammer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>P. borealis</i> Ehrenberg	1	1	1	-	-	-	-	1	1	-	1
<i>P. brebissonii</i> (Kützing) Rabenhorst	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-2
<i>P. divergens</i> W. Smith	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. eifelana</i> Krammer	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>P. grunowii</i> Krammer	1	-	1	1	1	-	1	-	1	1	1
<i>P. ignobilis</i> (Krasske) Cleve-Euler	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-
<i>P. karelica</i> Cleve	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>P. microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. neomajor</i> Krammer	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>P. notabilis</i> Krammer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>P. subgibba</i> Krammer var. <i>undulata</i> Krammer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>P. subrupestris</i> Krammer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>P. viridiformis</i> Krammer	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>P. viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-
Семейство Diploneidaceae											
<i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve	1	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-
<i>D. oblongella</i> (Nägeli) Ross	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>D. ovalis</i> (Hilse) Cleve	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-
Семейство Naviculaceae											
<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-
<i>C. silicula</i> (Ehrenberg) Cleve	1	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-
<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin et Witkowski	-	-	-	-	-	-	1	-	1-2	2	1
<i>Navicula angusta</i> Grunow	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N. avenacea</i> (Brébisson et Godey) Brébisson	-	-	1	-	1	2-3	-	1	1	-	1-2
<i>N. capitatoradiata</i> Germain	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>N. cryptocephala</i> Kützing	1	-	1	1	-	1	1	2	5-6	3	1-2
<i>N. cryptotenella</i> Lange-Bertalot	1-2	1-3	1	-	1-2	1	1-3	3	2	5	1-3
<i>N. integra</i> (W. Smith) Ralfs	1	-	1	-	-	-	-	1	1	2-3	1
<i>N. meniscus</i> Schumann	1	-	-	-	1	-	1	-	2-3	2	1
<i>N. meniscus</i> Schumann	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1-2

продолжение таблицы 2

Таксон	Места отбора проб, станция										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>N. reversa</i> W. Smith	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
<i>N. sigmoidea</i> (Nitzsch) W. Smith	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>N. vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch	-	-	1-2	-	-	-	1-2	-	1-2	1-2	1
* <i>Tryblionella debilis</i> Arnott	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>T. levidensis</i> W. Smith	-	-	1	1	-	-	-	1	1-2	1	-
Порядок Rhopalodiales Семейство Rhopalodiaceae											
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson var. <i>adnata</i>	1-2	-	1-2	-	-	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-5
<i>E. adnata</i> var. <i>porcellus</i> (Kützing) Ross	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller var. <i>gibba</i>	1	-	1	1	-	-	1	-	1	1	1
<i>Rh. gibba</i> var. <i>parallela</i> (Grunow) H. et M. Peragallo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Порядок Surirellales Семейство Surirellaceae											
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W. Smith	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Stenopterobia curvula</i> (W. Smith) Krammer	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
* <i>Surirella amphioxys</i> W. Smith	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>S. angusta</i> Kützing	1	-	1	1	1	1	-	1	-	2	1-2
<i>S. bifrons</i> Ehrenberg	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	1
<i>S. biseriata</i> Brébisson	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>S. brebissonii</i> Krammer et Lange-Bertalot var. <i>brebissonii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1
<i>S. brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i> Krammer et Lange-Bertalot	-	-	1	-	-	1	-	1	3	-	-
<i>S. elegans</i> Ehrenberg	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. liniaris</i> W. Smith	1	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-
<i>S. minuta</i> Brébisson	1	-	-	1	1	-	1	1	1-2	1	1-2
<i>S. robusta</i> Ehrenberg	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>S. suecica</i> Grunow	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-
<i>S. tenera</i> Gregory	1	-	1	1	1	-	-	-	1	1	1
<i>S. tiensiensis</i> (Skvortzow) Voigt	-	-	-	1	1	-	-	-	1	-	-
Отдел Chlorophyta Класс Chlorophyceae Порядок Chlorococcales Семейство Botryococcaceae											
* <i>Dictyosphaerium granulatum</i> Hindak	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. pulchellum</i> Wood	-	1-4	-	1-2	1-2	-	-	-	-	-	-
Семейство Hydrodictyaceae											
<i>Pediastrum biradiatum</i> Meyen	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>P. boryanum</i> (Turpin) Meneghini var. <i>boryanum</i>	2-3	2-3	1-3	1-2	2-3	-	-	-	-	1-2	-
<i>P. boryanum</i> var. <i>longicorne</i> Reinsch	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>P. duplex</i> Meyen	-	-	-	1-2	1	-	-	-	-	-	-
<i>P. tetras</i> (Ehrenberg) Ralfs	-	2	-	2	-	-	-	-	-	1	-
* <i>Sorastrum americanum</i> (Bahl.) Schmidle	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-

продолжение таблицы 2

Таксон	Места отбора проб, станция										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>*Staurostrum crenulatum</i> (Nägeli) Delponte	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>*S. excavatum</i> W. West et G.S. West	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. gracile</i> Ralfs	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>*S. kurilense</i> Okada	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. paradoxum</i> Meyen	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>*S. sexcostatum</i> Brébisson var. <i>productum</i> W. West	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Teilingia excavata</i> (Ralfs) Bourrelly	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. granulata</i> (Roy et Bisset) Bourrelly	1-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Порядок Zygnematales Семейство Mougeotiaceae											
<i>Mougeotia</i> sp. ster.	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-
Семейство Spirogyraceae											
<i>Spirogyra</i> sp. ster.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-
Класс Ulvophyceae Порядок Cladophorales Семейство Cladophoraceae											
<i>Cladophora fracta</i> (Müller ex Vahl) Kützinger	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
Порядок Ulotrichales Семейство Ulotrichaceae											
<i>Ulothrix tenerrima</i> (Kützinger) Kützinger	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>U. zonata</i> (Weber et Mohr) Kützinger	-	-	-	-	-	-	-	-	2-3	-	-
Отдел Rhodophyta Класс Florideophyceae Порядок Acrochaetiales Семейство Acrochaetiaceae											
<i>Audouinella chalybaea</i> (Roth) Bory	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-
Отдел Euglenophyta Класс Euglenophyceae Порядок Euglenales Семейство Euglenaceae											
<i>Euglena acus</i> Ehrenberg	-	1-2	-	1-2	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. spirogyra</i> Ehrenberg	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. viridis</i> Ehr.	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	-	-	-	-	-	-
<i>Phacus monilatus</i> Stokes var. <i>suecicus</i> Lemmermann	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. orbicularis</i> Hübner	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>*Strombomonas gibberosa</i> (Playfair) Deflandre	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>*S. planctonica</i> (Woloszynska) Popova	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>*Trachelomonas bulla</i> Stein ex Deflandre	-	-	1-2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. caudata</i> (Ehrenberg) Stein	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. hispida</i> (Perty) Stein emend. Deflandre	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. intermedia</i> Dangeard	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>*T. pavlovskoensis</i> (Poljanskij) Popova	-	-	1-2	-	-	-	-	-	-	-	-

окончание таблицы 2

Таксон	Места отбора проб, станция										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Отдел Dinophyta Класс Dinophyceae Порядок Peridinales Семейство Peridiniaceae											
<i>Glenodinium</i> sp.	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Peridinium</i> sp.	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Отдел Chrysophyta Класс Chrysophyceae Порядок Chromulinales Семейство Dinobryaceae											
<i>Dinobryon divergens</i> Imhof	2	2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание: Частота встречаемости организмов указана по шестибальной шкале: 1 – единично, 2 – редко, 3 – нередко, 4 – часто, 5 – очень часто, 6 – масса (Кордэ, 1956). «-» – нет данных, «*» – виды, впервые отмеченные для нижнего течения р. Амур.

– 21, *Pinnularia* Ehrenberg – 16, *Navicula* Bory – 16, *Eunotia* Ehrenberg – 14 и *Gomphonema* Ehrenberg – 14.

При высоком видовом богатстве водорослей перифитона и планктона нижнего течения р. Амур, комплексы доминирующих водорослей на удаленных друг от друга участках реки также разнообразны и включают 36 видов, разновидностей и форм цианопрокариот, диатомовых и зеленых водорослей.

В фитопланктоне станции 1 (основное русло р. Амур), отмечено 117 видов, разновидностей и форм водорослей из 5 отделов (Cyanoprokaryota, Bacillariophyta, Euglenophyta, Chlorophyta и Chrysophyta). Наиболее разнообразными в видовом отношении оказались диатомовые водоросли. В летний период высокие оценки относительного обилия («часто»–«масса») имели центрические диатомовые водоросли *Aulacoseira granulata*, *Stephanodiscus hantzschii* и *Melosira varians*. Абсолютные значения численности и биомассы этих видов были определяющими, например, максимальные значения количественных показателей *Aulacoseira granulata* составили $N=170$ тыс. кл./л, $B=0,31$ мг/л и для *Melosira varians* – $N=145,6$ тыс. кл./л, $B=0,73$ мг/л. Общие показатели численности и биомассы фитопланктона варьировали в пределах от 90,2 до 487,5 тыс. кл./л и от 0,09 до 1,06 мг/л, соответственно. В зимне–весенний период спорообразующая диатомея *A. islandica* развивалась в массе и являлась единственным доминантом.

Флора водорослей протоки Пчелиной (станция 2) представлена 110 видами и разновидностями цианопрокариот, диатомовых, зеленых, красных, эвгленовых и золотистых водорослей. Отличием станции 2 являлось то, что основу флоры составляли зеленые водоросли, на долю которых приходилось 55 % от общего числа водорослей, выявленных на данном участке. Кроме диатомей *A. granulata* и *S. hantzschii* к числу доминантов и субдоминантов отнесены зеленые водоросли *Actinastrum hantzschii* var. *hantzschii* и var. *subtile*, *Coelastrum microporum*, *Coenochloris korschikoffii*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Scenedesmus arcuatus* и *S. verrucosus*. Большое число преобладающих видов в планктоне протоки Пчелиной обусловило и максимально высокие величины количественных показателей фитопланктона: $N=653,4$ – $4567,5$ тыс. кл./л, $B=0,39$ – $3,61$ мг/л.

Протоки Чепчики (станция 3), Кривая (станция 4) и Малые Чепчики (станция 5) характеризуются сходным видовым составом фитопланктона и наличием общих преобладающих видов – *A. granulata* и *S. hantzschii*. К особенности флор станций 3–5 можно отнести развитие в фитопланктоне цианопрокариот *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcys-*

tis aeruginosa, зеленых водорослей *Coelastrum microporum*, *Actinastrum hantzschii* и диатомовой водоросли *Nitzschia fruticosa*, относительная численность некоторых из них достигала значений «часто». Суммарные показатели численности водорослей планктона варьировали в пределах 99–1470 тыс. кл/л (пр. Чепчики), 192–754 тыс. кл/л (пр. Кривая), 49,4–326 тыс. кл/л (пр. Малые Чепчики) и биомассы – 0,14–0,75 мг/л (пр. Чепчики), 0,18–0,87 мг/л (пр. Кривая), 0,05–0,52 мг/л (пр. Малые Чепчики).

Состав водорослей основного русла р. Амур в районе пос. Шелехово (станция 6) отличается чрезвычайно бедным составом, представленным 36 внутривидовыми таксонами диатомовых водорослей и цианопрокариот. В перифитонных и планктонных сообществах станции 6 отмечен комплекс преобладающих видов, состоящий из трех доминантов – *Melosira varians*, *Ulnaria ulna* и *Cymbella tumida*, кроме которых в перифитоне в роли субдоминантов отмечены также *Homoeothrix varians* и *Nitzschia palea* (табл. 2).

Обследованные участки пр. Новый Амур (станция 7) и р. Амур вниз по течению от пос. Сусанино до устья р. Чадбах (станции 8–10) имеют сходный видовой состав, однако различаются по структуре доминирующих комплексов. В обрастаниях твердых субстратов и в планктоне доминируют *Homoeothrix varians* (станции 7, 8), *Rhoicosphenia abbreviata* (станции 8–10), *Fragilaria vaucheriae* (станция 10), *Gomphonema angustatum* и *G. minutum* (станция 8), *Staurosirella pinnata* и *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (станции 9, 10), *Navicula cryptocephala* и *Oedogonium* sp. ster. (станция 9), в сочетании с субдоминантами *Phormidium autumnale* (станция 7), *Gomphonema brebissonii* (станция 8), *Cymbella tumida* (станция 9), *Rivularia planctonica*, *Cladophora fracta* и *Navicula cryptotenella* (станция 10) (табл. 2).

Сведения о водорослях оз. Чля изложены в работе Б.В. Скворцова (1917), в аннотированном списке которой приводятся сведения о тридцати шести видах водорослей, в том числе четырех таксонах диатомовых водорослей: *Aulacoseira islandica* (O. Müller) Simonsen [= *Melosira islandica* O. Müller f. *recta* O. Müller, *M. islandica* ssp. *helvetica* O. Müller (status α и β) f. *tenuis* O. Müller], *Asterionella formosa* Hassall [= *A. gracillima* (Hantzsch) Heiberg], *Staurosirella berolinensis* (Lemmermann) Bukhtiyarova [= *Synedra berolinensis* Lemmermann], *Ulnaria delicatissima* (W. Smith) Aboal et Silva [= *Synedra acus* var. *delicatissima* W. Smith]). Согласно нашим исследованиям, общий состав водорослей оз. Чля и двух безымянных ручьев представлен 121 видом (125 таксонами внутривидового ранга, включая номенклатурный тип вида) диатомовых водорослей (табл. 2). Для альгофлоры оз. Чля отмечено 108 видов и разновидностей диатомей. Видовой состав водорослей планктона и перифитона озера оказался близким по составу, однако численно преобладают в них различные таксоны. В обрастаниях каменистых и песчаных субстратов, высших водных растений и зеленых нитчаток доминирует вид *Nitzschia gracilis*, а в качестве субдоминантов отмечены *Aulacoseira italica*, *Staurosirella pinnata* и *Epithemia adnata*. Озерное планктонное сообщество характеризуется доминированием только одного вида – *Aulacoseira italica*. Обрастания камней в ручье, протекающем по территории пос. Чля и впадающем в оз. Чля, представлены 36 видами, разновидностями и формами, из них к числу преобладающих отнесены два вида водорослей: доминант *Planothidium lanceolatum* и субдоминант *Reimeria sinuata*. В альгофлоре второго притока озера отмечены 42 таксона видового и внутривидового ранга. Из них только *Melosira varians* развивается в массе, все остальные виды имеют оценку обилия от 1 до 2 («единично»–«редко»).

Сравнение видовой состава водорослевых сообществ 11 станций, расположенных в нижнем течении р. Амур, проведенное с помощью кластерного анализа, подтверждает степень сходства альгосообществ обследованных участков Нижнего Амура и особенности распределения преобладающих видов.

На дендрограмме четко выделены четыре основных кластера, первый из них показал высокий уровень близости альгосообществ станции 1 (р. Амур ниже г. Хабаровск) и станций 3–5 (пр. Чепчики, Кривая, Малые Чепчики) (рисунок). Кластерное древо подтверждает сходство сообществ станции 7–11 (пр. Новый Амур и р. Амур вниз по течению от

Таблица 3

Распределение водорослей Нижнего Амура по экологическим группам

Экологическая группа	Количество таксонов	Процентное соотношение
Местообитание		
бентосные	175	49,6
планктонные	47	13,3
бентосно-планктонные	116	32,9
эпифитные	1	0,3
бентосно-эпифитные	2	0,5
нет данных	12	3,4
Всего:	353	100
Галобность		
мезогалобы	15	4,2
галофилы	19	5,4
индифференты	176	49,9
галофобы	26	7,4
нет данных	117	33,1
Всего:	353	100
Отношение к pH		
алкалибионты	14	4,0
алкалифилы	89	25,2
индифференты	73	20,7
ацидофилы	34	9,6
нет данных	143	40,5
Всего:	353	100
Географическое распространение		
космополиты	209	59,2
бореальные	30	8,5
аркто-альпийские	38	10,8
нет данных	76	21,5
Всего:	353	100

(протоки Кривая, Чепчики Малые, Чепчики, Новый Амур, основное русло р. Амур на участке от г. Хабаровск до Амурского лимана и оз. Чля) показал, что сведения о приуроченности водорослей к местообитанию известны для 96,6 % от общего числа видов, разновидностей и форм, отмеченных для исследованного района. Большинство найденных водорослей являлись бентосными (49,6 %) и бентосно-планктонными видами (32,2 %) (табл. 3). По отношению к солёности преобладала группа индифферентных к изменению солёности, их доля составляла 49,9 % от общего числа таксонов. По отношению к pH среды преобладали алкалифильные виды (25,5 %) и индифферентные к изменениям активной реакции среды (20,7 %). Географическое распространение известно для 79,5 % внутривидовых таксонов от общего их числа. Доля широко распространенных или космополитных видов – 59,2 %, бореальных – 8,5 % и аркто-альпийских – 10,8 % (табл. 3). Показателями степени сапроб-

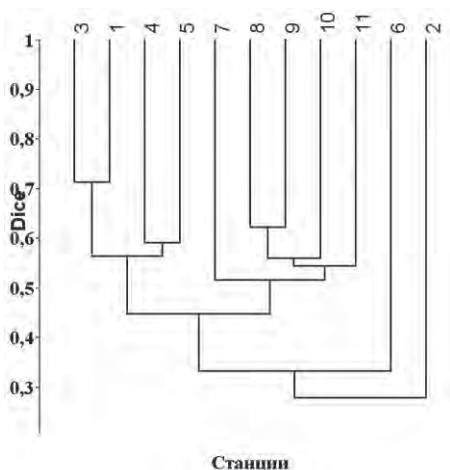


Рисунок. Дендрограмма классификации 11 станций Нижнего Амура.

На оси ординат – значения коэффициента Сёрнсена, сверху цифрами обозначены номера станций.

пос. Сусанино до устья р. Чадбах), объединенных во второй кластер, представляющий наиболее крупную ветвь. На дендрограмме выделены также два одиночных кластера: один, характеризующий станцию 6 (р. Амур, около пос. Шелехово) и второй, подтверждающий уникальную флору станции 2 (пр. Пчелиная) (рисунок).

Впервые для альгофлоры Нижнеамурского бассейна указаны 37 видов, разновидностей и форм водорослей из отделов Cyanoprokaryota, Bacillariophyta, Chlorophyta и Euglenophyta, эти таксоны отмечены знаком «*» в таблице 2.

Эколого-географический анализ флоры водорослей Нижнего Амура

Таблица 4

Соотношение индикаторных видов водорослей Нижнего Амура по степени сапробности

Сапробиологическая группа	Степень сапробности видов-индикаторов	Количество таксонов	Количество таксонов	% от общего числа таксонов
Ксеносапробионты ($S=0-0,50$)	χ	30	43	12,2
	$\chi-o$	13		
Олигосапробионты ($S=0,51-1,50$)	$o-\chi$	15	96	27,2
	$\chi-\beta$	17		
	o	44		
	$o-\beta$	20		
Бетамезосапробионты ($S=1,51-2,50$)	$\beta-o$	23	117	33,1
	$o-\alpha$	45		
	β	40		
	$\beta-\alpha$	9		
Альфабезосапробионты ($S=2,51-3,50$)	$\alpha-\beta$	10	13	3,7
	$\beta-p$	-		
	α	2		
	$\alpha-p$	1		
Полисапробионты ($S=3,51-4,50$)	$p-\alpha$	-	2	0,5
	p	2		
Нет данных		82	82	23,3
Всего:		353	353	100

ности воды являлись 76,7 % от общего числа таксонов в альгофлоре изученного района. Наиболее представлены бетамезосапробионты и олигосапробионты, которых отмечено 33,1 и 27,2 % соответственно (табл. 4).

Оценка качества вод в бассейне Нижнего Амура методом Пантле-Бука в модификации Сладечека показала, что значения индексов сапробности (S) изменялись от 1,41 (пр. Чепчики) до 2,05 (пр. Пчелиная) (табл. 5). Соответственно полученным значениям S , Таблица 5

Значения индексов сапробности обследованных станций Нижнего Амура

Станция	Водоток	Индекс сапробности	Степень сапробности	Класс чистоты
1	р. Амур ниже г. Хабаровск	1,65–1,79	$\beta-o$	III
2	пр. Пчелиная	1,95–2,05	$o-\alpha-\beta$	III
3	пр. Чепчики	1,41–1,71	$o-\beta-\beta-o$	II–III
4	пр. Кривая	1,67–1,90	$\beta-o-o-\alpha$	III
5	пр. Мал. Чепчики	1,66–1,74	$\beta-o$	III
6	р. Амур, около пос. Шелехово	1,51–1,73	$\beta-o$	III
7	пр. Новый Амур	1,60–1,74	$\beta-o$	III
8	р. Амур, около пос. Сусанино	1,52–1,60	$\beta-o$	III
9	р. Амур, около пос. Зубаревка	1,57–1,67	$\beta-o$	III
10	р. Амур, около пос. Чадбах	1,55–1,62	$\beta-o$	III
11	оз. Чля	1,60–1,72	$\beta-o$	III

воды обследованных водоемов принадлежат в основном к бетамезосапробной зоне, что соответствует III классу чистоты и классифицируются как слабозагрязненные воды.

Благодарности

Автор выражает глубокую признательность к.б.н. Шестеркину В.П. и Шмигирилову С.А. (ИВЭП ДВО РАН), к.б.н. Коцюк Д. В. и Шмигирилову А.П. (ХФТИНРО-центра) за сбор альгологического материала, а также к.б.н. Шедько С.В. (БПИ ДВО РАН) за организацию экспедиционных работ в р-н Нижнего Амура и помощь в сборе альгологического материала. Частично работа поддержана грантом ОБН РАН №12-1-П30-01 (руководитель чл.-корр. В.В. Богатов).

ЛИТЕРАТУРА

Водоросли. Справочник. 1989. Киев: Наукова думка. 608 с.

Кордэ Н.В. 1956. Методика биологического изучения донных отложений озер (полевая работа и биологический анализ) // Жизнь пресных вод СССР. М.- Л.: Изд-во АН СССР. Т. 4. Ч. 1. С. 383–413.

Медведева Л.А., Сиротский С.Е. 2001. Водоросли бассейна реки Амур (Россия): Литературный обзор // Биогеохимические и гидроэкологические особенности и экосистем бассейна реки Амур. Вып. 11. Владивосток: Дальнаука. С. 151–174.

Медведева Л.А., Сиротский С.Е. 2002. Аннотированный список водорослей реки Амур и водоемов его придаточной системы // Биогеохимические и геоэкологические исследования наземных и пресноводных экосистем. Вып. 12. Владивосток: Дальнаука. С. 130–218.

Скворцов Б.В. 1917. О фитопланктоне оз. Чля Приамурской области. Материалы по флоре водорослей Азиатской России. 3 // Журнал Русского Ботанического общества. Т. 2, №1–2. С. 15–20.

Скворцов Б.В. 1918. Первые сведения о фитопланктоне р. Амура. Материалы по флоре водорослей Азиатской России. 7 // Журнал Русского Ботанического общества. Т. 3. С. 1–9.

Сладечек В. 1967. Общая биологическая схема качества воды // Санитарная и техническая гидробиология. М.: Наука. С. 26–31.

Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. 2003. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН. 463 с.

Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. 2007. PAST – PAleontological STatistics, version 1.89. World Wide Web electronic publication, accessible at <http://folk.uio.no/ohammer/past/>

Pantle F., Buck H. 1955. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse // Gas - und Wasserfach. Bd 96, N 18. 604 S.