

УДК 574.586:581.5

УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ГИДРОБИОНТОВ

**СОСТАВ, СТРУКТУРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ
И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АЛЬГОСООБЩЕСТВ
р. АМУР В 2018–2020 гг.
3. ФИТОПЕРИФИТОН**

И. В. Мотылькова¹ (motilkovaiv@sakhniro.vniro.ru),
С. Е. Кульбачный²

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»)

¹ Сахалинский филиал («СахНИРО»)
Россия, г. Южно-Сахалинск, 693023, ул. Комсомольская, 196

² Хабаровский филиал («ХабаровскНИРО»)
Россия, г. Хабаровск, 680038, Амурский бульвар, 13а

Мотылькова И. В., Кульбачный С. Е. Состав, структурные показатели и распределение альгосообществ р. Амур в 2018–2020 гг. 3. Фитоперифитон // Результаты Второй Амурской экспедиции. Т. 2 : Труды «СахНИРО». – Южно-Сахалинск : «СахНИРО», 2023. – Т. 19, ч. II. – С. 227–241.

Исследования фитоперифитона были выполнены в основном русле р. Амур на участке от г. Благовещенска до г. Николаевска-на-Амуре и в некоторых нижеамурских водоемах. Приведены данные по численности и биомассе водорослей перифитона и их продольное распределение. В сообществах преобладали диатомовые, зеленые, харовые водоросли и цианобактерии. Среди видов наибольшей частотой доминирования по биомассе в среднем Амуре отличалась диатомовая *Ulnaria ulna*, в нижнем – *Melosira varians*.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: фитоперифитон, водоросли, численность, биомасса, структура сообществ, река Амур.

Табл. – 2, ил. – 3, библиогр. – 36.

Motylikova I. V., Kul'bachnyi S. E. Composition, structural indicators and distribution of algae communities of Amur River in 2018–2020. 3. Phytoperiphyton // Results of the Second Amur expedition. Vol. 2 : Transactions of the "SakhNIRO". – Yuzhno-Sakhalinsk : "SakhNIRO", 2023. – Vol. 19, part II. – P. 227–241.

The study of phytoperiphyton were carried out in the main course of the Amur river on the area from Blagoveshchensk city to Nikolaevsk-on-Amur city and in some water lower Amur. The results of the study on abundance and biomass of periphyton algae and their longitudinal distribution are given. Diatoms, green algae, charophytes, and cyanobacteria dominate in communities. *Ulnaria ulna* is the main biomass dominant in the middle Amur, *Melosira varians* in the lower Amur.

KEYWORDS: phytoperiphyton, algae, abundance, biomass, community structure, Amur River.

Tabl. – 2, fig. – 3, ref. – 36.

ВВЕДЕНИЕ

Водорослям перифитона бассейна р. Амур в российском секторе посвящено значительное количество работ. Большая часть исследований фитоперифитона в связи с высокой хозяйственной значимостью (сооружение ГЭС, водохранилищ, строительство БАМа, горно-добывающее производство, вырубка леса) и, как следствие, проблемой сохранения биологического разнообразия проведена в водотоках бассейна р. Амур, включая водохранилища, водоемы особо охраняемых природных территорий (Кухаренко, Медведева, 1978; Кухаренко и др., 1986; Медведева, Никулина, 1989, 2019; Никулина, 1994, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2013; Сиротский и др., 1994; Nikulina, 1995; Никулина и др., 1996; Вшивкова и др., 1997; Медведева, 2007, 2010, 2016, 2019; Никулина, Кулин, 2013; Шулькин, Никулина, 2014, 2015; Nikulina, Kuklin, 2016; Медведева, Семенченко, 2019; и др.). Основное русло и водоемы нижеамурской поймы в этом отношении менее привлекательны. Немногочисленные работы по водорослям обрастаний этих экосистем связаны преимущественно с изучением видового состава и оценки качества вод по сапробности водорослей (Генкал, Кухаренко, 1990; Кухаренко, Науменко, 1990; Никулина, 2012, 2014). Данные по численности и биомассе отсутствуют.

Цель настоящей работы – изучить структуру и дать количественную характеристику фитоперифитона основного русла среднего и нижнего Амура и водоемов нижеамурской поймы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для предлагаемого сообщения послужили пробы фитоперифитона, собранные участниками Амурской комплексной ихтиологической экспедиции в 2018–2020 гг. Сбор материала проводился: в основном русле реки от г. Хабаровска до г. Благовещенска – с 7 по 23 июня 2018 г.; в русле реки и пойменных озерах от г. Николаевска-на-Амуре до г. Комсомольска-на-Амуре – с 9 по 25 июня 2019 г.; в протоках, заливах и озерах нижнего Амура от г. Хабаровска до г. Комсомольска-на-Амуре – с 25 августа по 9 сентября 2020 г.

Карта-схема района работ с указанием мест сбора материала приводится в первом сообщении на **рисунке 1** (Мотылькова, Кульбачный, наст. сб., сообщ. 1). Всего было обработано 50 проб фитоперифитона. Пробы фитоперифитона отбирали с каменистых, реже – растительных субстратов. Обработку материала проводили по общепринятой методике (Водоросли, 1989).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В составе фитоперифитона за период 2018–2020 гг. отмечено 360 видов и внутривидовых таксонов из восьми отделов. Наибольшим разнообразием видовых таксонов выделялся отдел Bacillariophyta (211 видов и внутривидовых таксонов). За ним следовали Chlorophyta (54) и Cyanobacteria (40). Остальные отделы были представлены следующим количеством видов: Charophyta – 23, Ochrophyta – 13, Euglenozoa – 11, Miozoa – 6, Cryptophyta – 2. Высокое разнообразие видов и преобладание диатомовых, зеленых водорослей и цианобактерий в таксономическом списке водорослей основного русла р. Амур и нижеамурских водоемов характерно для фитоперифитона пресноводных экосистем в Голарктике (Беляева, 2011; Метелева, 2013). Перифитон – экологиче-

ская группировка гидробионтов, обитающих на разделе фаз «вода – твердый субстрат», – формируется под влиянием планктонных и донных альгоценозов (Протасов, 1994; Метелева, 2013). Обнаруженные нами планктонные виды составляли 27% от общего количества таксонов с известной принадлежностью к определенному местообитанию. На долю бентосных видов приходилось 47%, планктонно-бентосных – 26%.

На участке г. Хабаровск – г. Благовещенск в 2018 г. видовой состав формировали 200 видов и внутривидовых таксонов диатомовых, харовых, зеленых, охрофитовых водорослей и цианобактерий (Мотылькова, Кульбачный, наст. сб., сообщ. 1). Практически на всех обследованных станциях были обнаружены (82–100% встречаемости) планктонно-бентосные, индифферентные по отношению к реофильности водоросли: *Achnantheidium minutissimum*, *Encyonema minutum*, *E. silesiacum*, *Gomphonema angustatum*, *Monoraphidium convolutum*, *Nitzschia palea*, *Ulnaria ulna*.

Значения численности и биомассы водорослей обрастаний колебались в широких пределах (табл. 1), составляя в среднем $1\,016,59 \pm 254,01$ тыс. кл./см² и $9,19 \pm 2,42$ г/м² соответственно. Основными структурообразующими компонентами были диатомовые водоросли. Вниз по течению реки весомый вклад в создание биомассы вносили и харовые водоросли. Наиболее густо заселенными с высокими значениями биомассы были каменистые субстраты ниже выхода реки из Буреинского хребта в районе Среднеамурской низменности. Здесь же наблюдалось и высокое разнообразие видов. Если удельное видовое богатство на верхнем участке среднего Амура от р. Зея до р. Кундур составляло 14–32, то от р. Хинган (с. Пашково) до г. Хабаровска оно варьировалось от 57 до 104. Максимальные показатели развития (численность и биомасса) были зарегистрированы на станции 7 (см. рис. 1).

Состав доминирующих видов на отдельных участках заметно отличался. Особняком выделялись станции на участках от р. Завитая до р. Архара и в районе р. Помпеевка, где в роли доминантов по численности выступали зеленые *Ankistrodesmus falcatus* и нитчатые цианобактерии *Microcoleus autumnalis*, *Pseudanabaena limnetica*, по биомассе – диатомовые *Cymbella tumida*, *C. cistula*, *Cymbopleura inaequalis*, *Epithemia adnata*, *Gomphonella olivacea*, *Stauroneis anceps*. На остальной части русла основу биомассы формировала диатомея *Ulnaria ulna* (табл. 2).

На участке г. Николаевск-на-Амуре – г. Комсомольск-на-Амуре в 2019 г. в перифитоне было выявлено 262 вида и внутривидовых таксона из семи отделов (см. табл. 1). Количество видов в пробе (удельное разнообразие) было наибольшим (46–68) в русловой части Амура у г. Комсомольска-на-Амуре (станции, расположенные выше залива Солонцовый, о. Горина, оз. Галечное, ниже оз. Хилка, оз. Хаванда и в озерах Акшинское, Гера и Болонь), наименьшим (11) – в русловой части района с. Кальма. На остальных станциях отмечено 14–39 видовых таксонов.

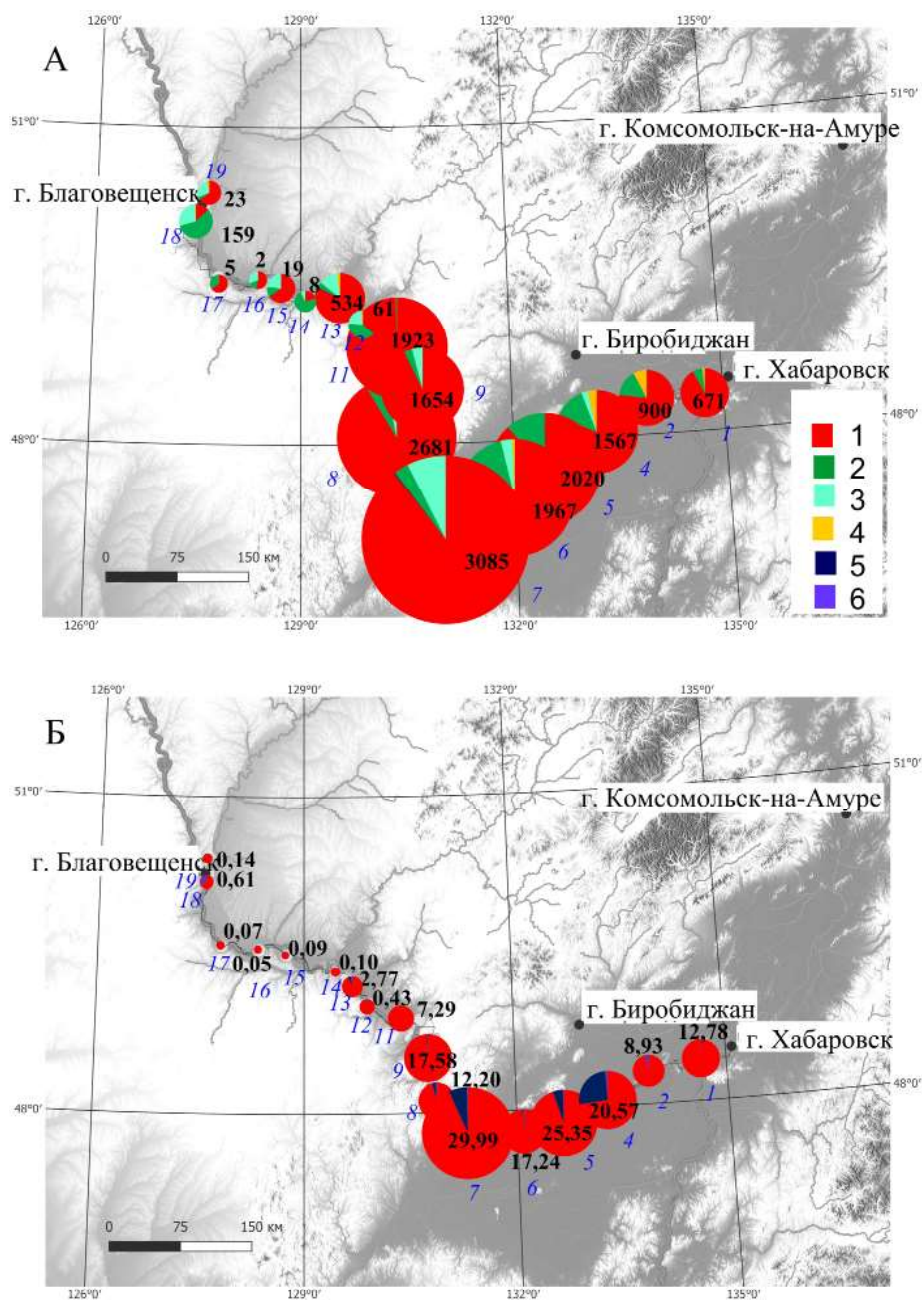


Рис. 1. Распределение количественных показателей фитоперифитона в среднем Амуре на участке г. Благовещенск – г. Хабаровск в июне 2018 г.: А – численность, тыс. кл./см², Б – биомасса, г/м². Обозначения легенды: 1 – диатомовые, 2 – зеленые, 3 – цианобактерии, 4 – охрофитовые, 5 – харовые, 6 – прочие. Цифры курсивом – номера станций, прямой шрифт – значения численности (А), биомассы (Б)

Fig. 1. Distribution of quantitative indicators of phytoperiphyton in the middle Amur in the area of Blagoveshchensk city – Khabarovsk city in June 2018: A – number, thousand cells/cm², B – biomass, g/m². Legend designations: 1 – Bacillaryophyta, 2 – Chlorophyta, 3 – Cyanobacteria, 4 – Ochrophyta, 5 – Charophyta, 6 – others. Numbers in italics indicate station numbers; upright font indicates abundance (A) and biomass (B) values

Таблица 1
Таксономический состав и основные количественные показатели фитоперифитона в среднем и нижнем Амуре в 2018–2020 гг.

Table 1
Taxonomic composition and main quantitative indicators of phytoperiphyton in the middle and lower Amur in 2018–2020

Отдел	г. Хабаровск – г. Благовещенск			г. Николаевск-на-Амуре – г. Комсомольск-на-Амуре			г. Хабаровск – г. Комсомольск-на-Амуре		
	Амурская область			Еврейская автономная область			Хабаровский край		
	2018 г.			2018 г.			2019 г.		
	N	B		N	B		N	B	
Bacillariophyta	<u>0,90–437,24</u> 70,39±61,21	<u>0,050–2,574</u> 0,49±0,351		<u>22,36–2760,35</u> 1465,43±266,83	<u>0,409–27,962</u> 14,186±2,543		<u>5,24–1328,66</u> 275,86±54,92	<u>0,02–60,21</u> 5,58±1,81	<u>2,94–851,48</u> 207,11±57,64
Miozoa	–	–	–	–	–	–	<u>0,00–0,02</u> 0,00±0,00	<u>0,00–0,001</u> 0,00±0,00	<u>0,00–1,28</u> 0,12±0,05
Charophyta	<u>0,00–2,73</u> 0,41±0,39	<u>0,000–0,127</u> 0,019±0,018		<u>0,00–6,06</u> 0,49±0,65	<u>0,000–5,286</u> 0,909±0,529		<u>0,00–17,91</u> 3,86±1,16	<u>0,00–5,14</u> 0,92±0,28	<u>0,0–29,13</u> 1,20±0,42
Euglenozoa	–	–	–	–	–	–	<u>0,00–0,01</u> 0,00±0,00	<u>0,00–0,001</u> 0,001±0,00	–
Chlorophyta	<u>0,26–91,47</u> 17,39±12,59	<u>0,001–0,181</u> 0,028±0,025		<u>8,24–274,91</u> 120,78±29,27	<u>0,008–0,171</u> 0,073±0,019		<u>0,11–70,42</u> 13,13±3,56	<u>0,00–1,08</u> 0,10±0,03	<u>0,20–1266,1</u> 88,12±62,80
Ochrophyta	<u>0,00–10,75</u> 1,86±1,50	<u>0,000–0,053</u> 0,009±0,007		<u>0,00–70,54</u> 1652,94±288,36	<u>0,000–0,177</u> 0,063±0,034		<u>0,00–9,91</u> 1,20±0,50	<u>0,00–0,03</u> 0,00±0,00	<u>0,00–12,28</u> 1,25±0,75
Cryptophyta	–	–	–	–	–	–	–	<u>0,00–0,39</u> 0,01±0,01	<u>0,00–0,01</u> 0,01±0,00
Cyanobacteria	<u>0,00–64,86</u> 17,48±9,96	<u>0,000–0,010</u> 0,002±0,001		<u>0,00–231,13</u> 49,84±22,53	<u>0,000–0,017</u> 0,005±0,002		<u>0,00–331,61</u> 67,54±15,70	<u>0,00–0,05</u> 0,00±0,00	<u>0,00–14811,3</u> 963,5±730,90
Всего	<u>1,66–534,70</u> 1016,58±272,75	<u>0,050–2,772</u> 0,545±0,379		<u>60,97–3084,89</u> 1652,94±288,36	<u>0,429–29,986</u> 15,236±2,779		<u>5,35–1425,60</u> 361,79±69,86	<u>0,03–60,49</u> 6,54±2,61	<u>4,86–14871,88</u> 1260,86±731,09

Примечание: N – численность, тыс. кл./см², B – биомасса, г/м². В числителе – пределы колебаний, в знаменателе – среднее значение с ошибкой среднего.

Note: N – number of species during the observation period, N – abundance, thousand cells/cm², B – biomass, g/m². The numerator indicates the limits of fluctuations, the denominator indicates the average value with the error of the average.

Таблица 2

**Доминирующие виды фитоперифитона в среднем и нижнем Амуре
в 2018–2020 гг.**

Table 2

**Dominant species of phytoperiphyton in the middle and lower Amur
in 2018–2020**

Виды	Номера станций		
	г. Хабаровск – г. Благовещенск	г. Николаевск- на-Амуре – г. Комсомольск- на-Амуре	г. Хабаровск – г. Комсомольск- на-Амуре
	2018 г.	2019 г.	2020 г.
<i>Achnanthydium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	<u>11</u> –	–	–
<i>Anathece clathrata</i> (West & G. S. West) Komárek, Kastovsky & Jezberová	–	<u>17</u> –	–
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	<u>14</u> –	–	–
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> West & G. S. West	–	–	<u>19</u> –
<i>Aphanocapsa holsatica</i> (Lemmermann) G. Cronberg & Komárek	–	–	<u>2, 7, 12, 13, 17</u> –
<i>Asterionella formosa</i> Hassall	–	<u>11</u> –	–
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	–	<u>3, 18</u> 3	<u>6, 8, 10</u> 3, 8
<i>Closterium moniliferum</i> Ehrenberg ex Ralfs	<u>–</u> 4	–	–
<i>Cymbella cistula</i> (Ehrenberg) O. Kirchner	<u>–</u> 14	<u>–</u> 19, 22	–
<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) Van Heurck	<u>–</u> 9	<u>–</u> 4, 6, 11, 22	<u>–</u> 7, 18
<i>Cymboplectra inaequalis</i> (Ehrenberg) Krammer	<u>–</u> 14	–	–
<i>Diatoma tenuis</i> C. Agardh	–	–	<u>12</u> 12
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenberg	–	–	<u>9</u> –
<i>Draparnaldia mutabilis</i> (Roth) Bory	–	–	<u>14</u> 14
<i>Dolichospermum flos-aquae</i> (Bornet & Flahault) Wacklin, Hoffmann & Komárek	–	<u>6</u> –	–
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) Mann	<u>11</u> –	–	–
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson	<u>–</u> 15	–	–
<i>Fragilaria radians</i> (Kützing) D. M. Williams & Round	<u>1</u> –	–	–
<i>Gomphonella olivacea</i> (Hornemann) Rabenhorst	<u>–</u> 9	–	<u>4</u> –
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	–	–	4

Виды	Номера станций		
	г. Хабаровск – г. Благовещенск	г. Николаевск- на-Амуре – г. Комсомольск- на-Амуре	г. Хабаровск – г. Комсомольск- на-Амуре
	2018 г.	2019 г.	2020 г.
<i>Melosira varians</i> C. Agardh	–	<u>15</u> 2, 6, 7, 11, 20	<u>9, 10</u> 1, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 20
<i>Microcoleus autumnalis</i> (Gomont) Strunecky, Komárek & Johansen	<u>15</u> –	–	<u>4, 5</u> –
<i>Microcystis pulvere</i> (Wood) Forti	–	<u>24</u> –	<u>13</u> –
<i>Microthamnion</i> species	<u>18</u> 18	–	–
<i>Monoraphidium convolutum</i> (Corda) Komárková-Legnerová	<u>12</u> –	–	<u>16</u> –
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	–	<u>12</u> –	–
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	–	–	<u>16</u> –
<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing	<u>19</u> 19	–	–
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow	–	<u>5</u> –	–
<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow	–	<u>2, 4</u> –	–
<i>Oedogonium</i> species ster.	–	–	<u>2</u> 2
<i>Oscillatoria limosa</i> f. Bongale	–	<u>3</u> –	–
<i>Oscillatoria tenuis</i> Agardh ex Gomont	–	<u>20</u> –	<u>1</u> –
<i>Oscillatoria</i> species	–	–	3 –
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg	–	–	<u>6</u> 6
<i>Phormidium autumnale</i> f. <i>uncinatum</i> Boye Petersen	–	–	<u>1</u> –
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmermann) Komárek	<u>12, 16, 19</u> –	–	<u>1</u> –
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller	–	<u>9</u> 9	–
<i>Spirogyra</i> species ster.	–	<u>8, 12, 16, 17, 21</u> 8, 12, 16, 17, 21	<u>2, 15, 17</u> 2, 15, 17
<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg	<u>12</u> 12	–	–
<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg	<u>16</u> 16	–	–
<i>Stigeoclonium</i> species ster.	–	<u>1</u> 1	–

Виды	Номера станций		
	г. Хабаровск – г. Благовещенск	г. Николаевск- на-Амуре – г. Комсомольск- на-Амуре	г. Хабаровск – г. Комсомольск- на-Амуре
	2018 г.	2019 г.	2020 г.
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützing	<u>13</u> 13	<u>17, 21</u> 13, 17	<u>–</u> 19
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing	–	<u>21</u> –	–
<i>Tapinothrix varians</i> (Geitler) Bohunická & Johansen	<u>18</u> –	<u>7, 10, 23</u> –	<u>18, 20</u> –
<i>Tetrademus obliquus</i> (Turpin) Wynne	<u>17</u> –	–	–
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	<u>–</u> 1, 4, 5, 7, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19	<u>–</u> 1, 2, 10, 16, 18, 20	<u>–</u> 16

Примечания. В числителе – доминирование по численности, в знаменателе – по биомассе, прочерк указывает на отсутствие доминирующих видов.

2018 г.: 1–19 – номера станций в основном русле реки;

2019 г.: 1 – русло, Еремеевские острова, 2 – оз. Мачи, 3 – русло, с. Кальма (ниже острова Лейда), 4 – оз. Акишинское, 5 – русло, ниже оз. Хилка, 6 – оз. Хилка, 7 – русло, выше оз. Гера, 8 – оз. Гера, 9 – оз. Дудинское, 10 – русло, ниже оз. Кади, 11 – оз. Кади, 12 – русло, район Почтового Амура выше оз. Кадинское, 13 – оз. Кадинское, 14 – оз. Черемшаное, 15 – русло, выше оз. Черемшаное, 16 – русло, ниже оз. Хаванда, 17 – оз. Хаванда, 18 – зал. Солонцовый, 19 – русло, левый берег выше зал. Солонцовый, 20 – русло, выше о. Горина, 21 – оз. Галечное, 22 – русло, выше оз. Галечное, 23 – оз. Бельго;

2020 г. – г. Хабаровск–г. Комсомольск-на-Амуре, протоки, заливы и озера: 1– Амурская протока, 2 – оз. Дарга, 3 – оз. Дабанда, 4 – залив Труд, 5 – оз. Петропавловское, 6 – оз. Эхур, 7 – оз. Широкий плес, 8 – протока Пирская, 9 – протока Владимирская, 10 – р. Актар, 11 – протока Эморон, 12 – оз. Иннокентьевское, 13 – протока Мули, 14 – протока Накки, 15 – оз. Наду-Они, 16 – протока Серебряная, 17 – протока Сий, 18 – оз. Хавон, 19 – оз. Омми, 20 – оз. Хумми

Note. The numerator indicates the dominants by abundance, the denominator by biomass.

2018: 1–19 – numbers of stations in the main channel of the river;

2019: 1 – channel, Eremeevsky Islands, 2 – Lake Machi, 3 – channel, village Kalma (below Leida Island), 4 – Lake Akshinskoye, 5 – channel, below the Lake Khilka, 6 – Lake Khilka, 7 – channel, above the Lake Gera, 8 – Lake Gera, 9 – Lake Dudinskoye, 10 – channel, below the Lake Kadi, 11 – Lake Kadi, 12 – channel, area of the Postal Amur above the Lake Kadinskoye, 13 – Lake Kadinskoye, 14 – Lake Cheremshanoye, 15 – channel, above the Lake Cheremshanoye, 16 – channel, below the Lake Khavanda, 17 – Lake Khavanda, 18 – Solontsovy Bay, 19 – channel, left bank above the Solontsovy Bay, 20 – channel, above about Gorina Island, 21 – Lake Galechnoye, 22 – channel, above the Lake Galechnoye, 23 – Lake Belgo;

2020: 1 – Amur channel, 2 – Lake Darga, 3 – Lake Dabanda, 4 – Trud Bay, 5 – Lake Petropavlovskoye, 6 – Lake Ekbur, 7 – Lake Broad reach, 8 – Pirskeya channel, 9 – Vladimirskeya channel, 10 – Aktar River, 11 – Emoron channel, 12 – Lake Innokentyevskoye, 13 – Muli channel, 14 – Nakki channel, 15 – Lake Nadu-Oni, 16 – Serebryannaya channel, 17 – Siy channel, 18 – Lake Havon, 19 – Lake Omni, 20 – Lake Hummi.

Численность водорослей-обрастателей по станциям варьировалась в пределах 5,35–1425,60 тыс. кл./см², биомасса – 0,03–60,49 г/м². Средневзвешенная численность составляла 361,79±69,86 тыс. кл./см², биомасса – 6,54±2,61 г/м² (см. табл. 1). Основной вклад в формирование численности вносили диатомовые водоросли и цианобактерии. Причем, первые лидировали на большей части исследуемого участка, а цианобактерии, за счет развития мелкоклеточных цианей рода *Tapinothrix*, – в русловой части реки выше оз. Гера и в оз. Бельго. В сложении биомассы главная роль принадлежала диатомовым водорослям, которых на отдельных участках русла, а также в озерах Хилка, Гера, Кади, Кадинское, Хаванда сопровождали харовые водоросли.

Высокими показателями развития (951,68 тыс. кл./см² и 60,49 г/м²) характеризовался фитоперифитон на русловой станции в районе залива Солонцовый (рис. 2). Его состав был представлен диатомовыми, харовыми, зелеными, охрофитовыми водорослями и цианобактериями, среди которых доминировала диатомовая *Cymbella cistula* (76% от общей биомассы) (см. табл. 2). Обильное развитие водорослей при доминировании *Asterionella formosa* (24% от общей численности), *Melosira varians* и *Cymbella tumida* (45 и 21% от общей биомассы соответственно) наблюдалось и в оз. Кади.

Здесь численность была максимальной (1 426 тыс. кл./см²), биомасса составляла 19,20 г/м². Низкая биомасса (менее 1,79 г/м²) была зарегистрирована в озерах Акшинское, Хилка, Дудинское, Кадинское, Бельго, в зал. Солонцовый, а также в русловой части Амура в районе Еремеевских островов, с. Кальма, ниже оз. Хилка, выше оз. Гера и ниже оз. Кади. На остальной исследуемой акватории биомасса фитоперифитона составляла 3,68–9,36 г/м² (см. рис. 2).

Набор доминирующих видов по численности на исследуемом участке реки включал 16 видовых таксонов, по биомассе – девять. Наибольшей частотой доминирования по численности отличались цианобактерии *Tapinothrix varians*, по биомассе – диатомовые *U. ulna*, *M. varians* и харовая *Spirogyra* sp. (см. табл. 2).

На участке г. Хабаровск – г. Комсомольск-на-Амуре в 2020 г. было обнаружено 258 видов и разновидностей, из которых половину составляли диатомовые. Общими для субстратов разных участков обследованной акватории реки являлись *Encyonema minutum*, *Gomphonema parvulum*, *Melosira varians*, *Monoraphidium convolutum*, *Nitzschia palea*.

В конце августа – начале сентября при средневзвешенной численности фитоперифитона 1 260,86±731,09 тыс. кл./см² существенную роль играли цианобактерии, зеленые и диатомовые водоросли (см. табл. 1). Вклад этих отделов на разных участках исследований был неравнозначным. Цианобактерии лидировали по численности в озерах Дарга, Хавон, Омми, Хумми и протоках Амурская, Сий и Мули, диатомовые – в зал. Труд, озерах Петропавловское, Эхур, Эморон, Наду-Они, протоках Владимирская, Серебряная, р. Актар, зеленые – в оз. Наду-Они. Наиболее многочисленными цианобактерии (14 871,88 тыс. кл./см²) были в протоке Мули, диатомовые (851,48 тыс. кл./см²) – в протоке Владимирская (см. табл. 1).

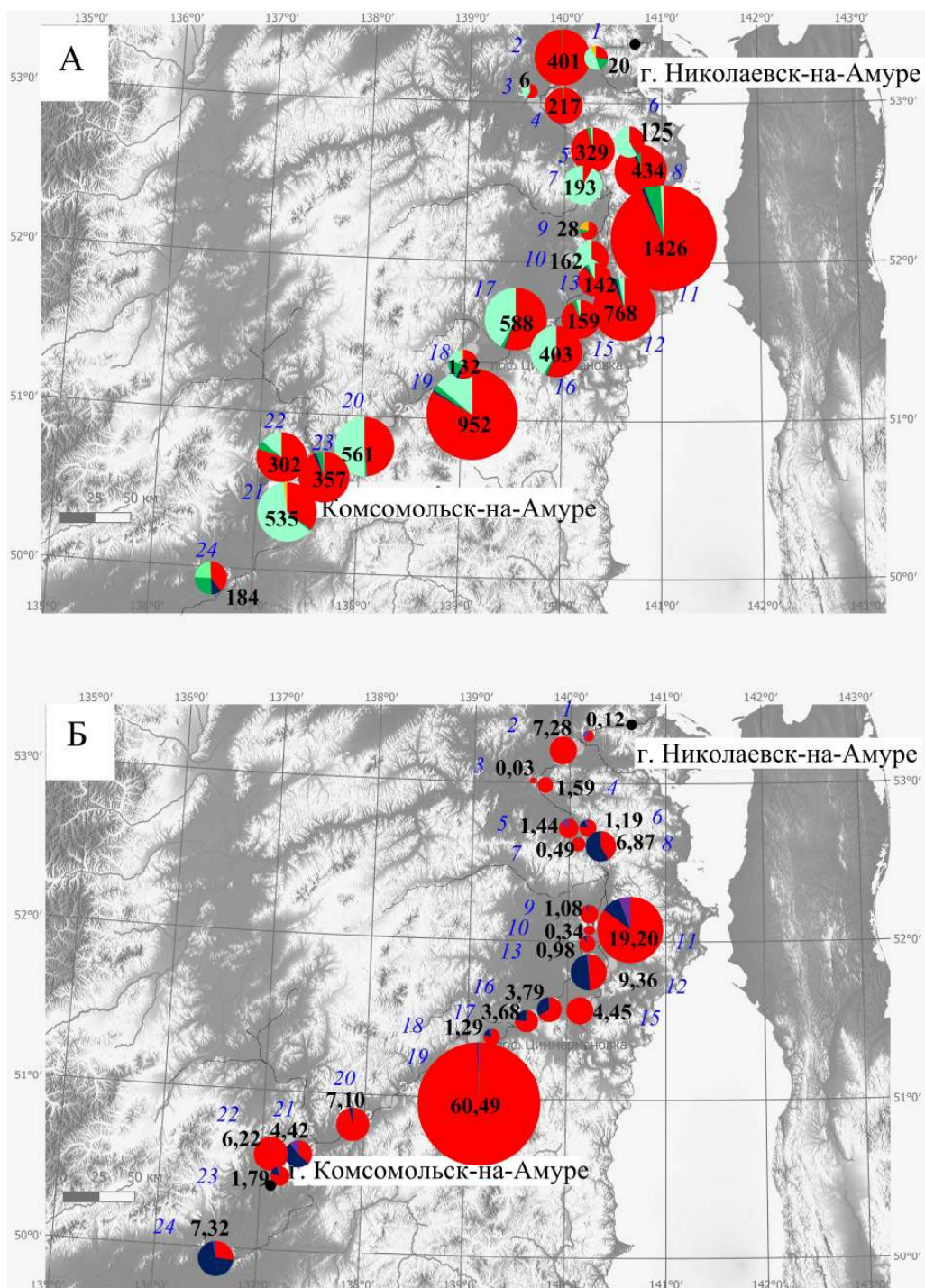


Рис. 2. Распределение количественных показателей фитоперифитона в нижнем Амуре на участке г. Николаевск-на-Амуре – г. Комсомольск-на-Амуре в июне 2019 г.: А – численность, тыс. кл./см³, Б – биомасса, г/м². Обозначения – см. на рис. 1

Fig. 2. Distribution of quantitative indicators of phytoplankton in the lower Amur in the area of Nikolaevsk-on-Amur city – Komsomolsk-on-Amur city in June 2019: А – number, thousand cells/cm³, Б – biomass, g/m². Legend – see fig. 1

В формировании биомассы вклад цианобактерий, в отличие от зеленых и диатомовых водорослей, был незначительным. Зеленые превалировали в протоке Дарга, диатомовые – на остальной части исследуемого района. Высокой биомассой фитоперифитона отличались протоки Накки (52,31 г/м²), Владимирская (33,44 г/м²), р. Актар (14,48 г/м²). На остальных станциях биомасса не превышала 9,38 г/м² (рис. 3). Руководящим видом на большей части исследуемого участка была колониальная диатомея *Melosira varians* (см. табл. 2).

Кроме нее в отдельных водоемах в набор доминирующих видов входили крупноклеточные харовые или диатомовые водоросли (в оз. Наду-Они – нитчатые водоросли рода *Spirogyra*, находящиеся в стерильной стадии, в зал. Труд – *Gyrosigma acuminatum*, в озерах Широкий плес и Хавон – *Cymbella tumida*, в протоке Накки – *Draparnaldia mutabilis*). Особняком выделялись протока Пирская, озера Дабанда, Омми, Иннокентьевское, где отсутствовала *M. varians*, суммарная биомасса микроводорослей в сообществах не превышала 3 г/м², и состав доминирующих видов был другим (см. рис. 3, табл. 2). В протоке Пирская каменистые субстраты были покрыты различными диатомовыми, зелеными родов *Ankistrodesmus*, *Crucigenia*, *Monoraphidium*, эвгленовыми родов *Euglena*, *Lepocinclis*, *Trachelomonas*, криптофитовыми *Komma caudata* и нитчатыми цианобактериями.

Присутствие здесь значительного количества видов β- и α-мезосапробов указывало на значительное загрязнение вод органическими веществами. Наиболее многочисленными были колониальные виды диатомовых (*Aulacoseira granulata* (они же доминировали и по биомассе), зеленых водорослей (*Ankistrodesmus fusiformis*, *Crucigenia fenestrata*) и цианобактерий (*Phormidium autumnale* f. *uncinatum*). В оз. Дабанда обрастания были представлены диатомовыми, зелеными, харовыми и цианобактериями. Состав первых двух отделов был схож с таковым в протоке Пирская. Цианобактерии отличались присутствием хроококковых и разнообразием нитчатых родов *Anabaena*, *Anabaenopsis*, *Oscillatoria*.

Среди харовых были обнаружены характерные для временных водоемов, болот и озер *Cosmarium obtusatum* и *Xanthidium fasciculatum*. По численности доминировали виды родов *Stratonostoc* и *Oscillatoria*, по биомассе – *Aulacoseira granulata*. В фитоперифитоне оз. Омми среди разнообразия диатомовых, эвгленовых, динофитовых, охрофитовых, криптофитовых, харовых водорослей и цианобактерий наибольшей численностью и биомассой отличалась планктонно-бентосная диатомея *Tabellaria fenestrata*. В оз. Иннокентьевское доминировала диатомовая *Diatoma tenuis*, часто развивающаяся в мелководных эвтрофных водоемах. Кроме того, здесь в небольшом количестве отмечена вегетация зеленых, диатомовых водорослей родов *Gomphonema*, *Nitzschia* и цианобактерий рода *Aphanocapsa*.

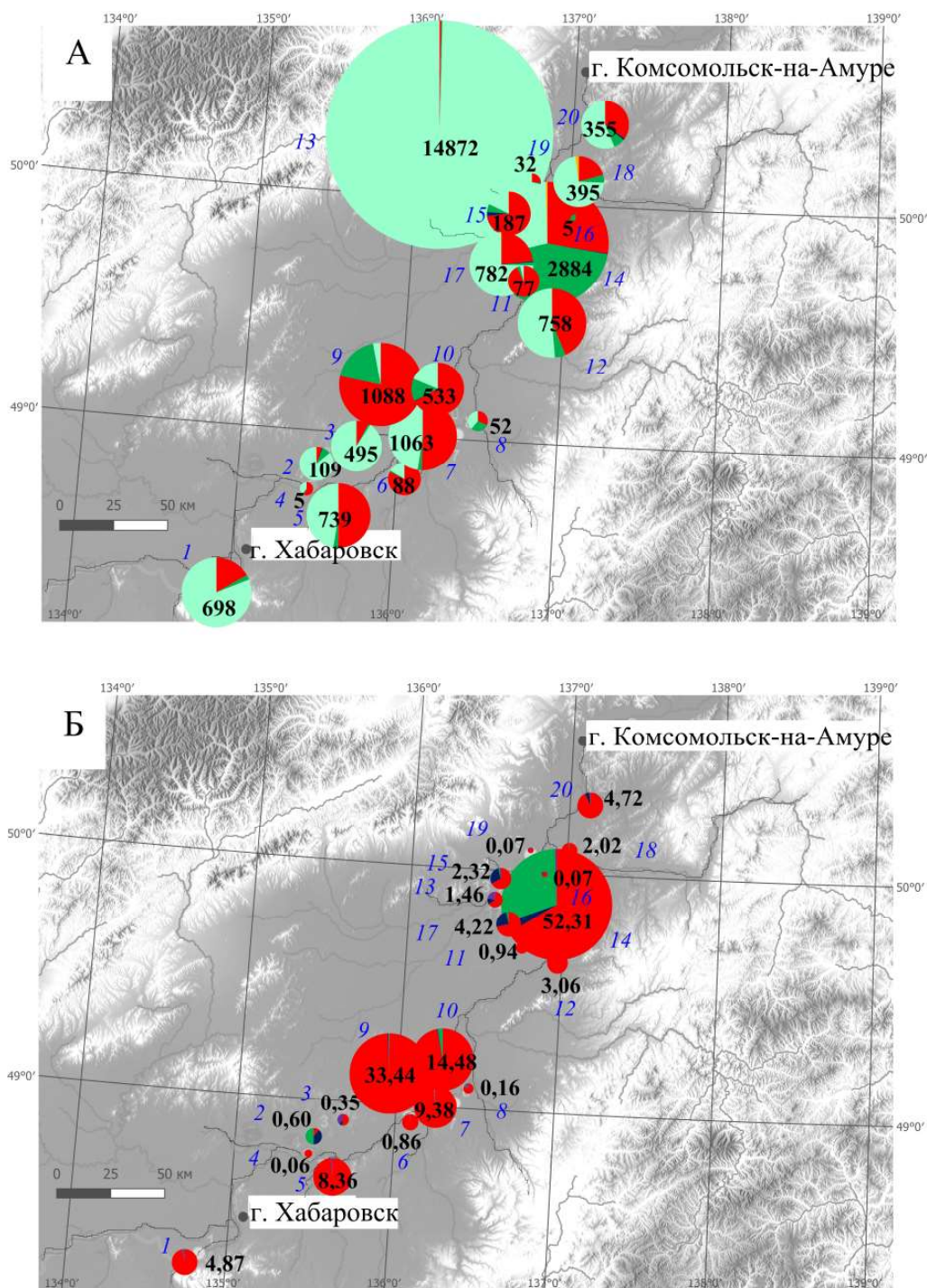


Рис. 3. Распределение количественных показателей фитоперифитона в нижнем Амуре на участке г. Хабаровск – г. Комсомольск-на-Амуре в августе–сентябре 2020 г.: А – численность, тыс. кл./см², Б – биомасса, г/м². Обозначения – см. рис. 1

Fig. 3. Distribution of quantitative indicators of phytoperiphyton in the lower Amur in the area of Khabarovsk city – Komsomolsk-on-Amur city in August–September 2020: А – number, thousand cells/cm², Б – biomass, g/m². Legend – see fig. 1

В течение всего периода наблюдений основными структурообразующими отделами были диатомовые, зеленые водоросли и цианобактерии. Последние вносили значительный вклад в формирование численности. Причем, в мелководных протоках и озерах низинной заболоченной территории нижнего Амура они при доминировании различных видов (*Microcoleus oscillatoria*, *Phormidium pseudanabaena* (Амурская протока, озера Петропавловское и Дабанда), *Aphanocapsa holsatica* (протоки Дарга и Сий), *Tapinothrix varians* (озера Бельго, Хилка, Хавон, Хумми)) занимали лидирующую позицию. Но за счет мелких размеров клеток роль их в сложении биомассы была невелика. Как правило, в эпилимнотоне рек бореальной, суббореальной и субарктических зон более 90% биомассы создают диатомовые водоросли (Беляева, 2011; Метелева, 2013; Русанов, Хромов, 2016), среди которых чаще всего на первом месте оказываются крупноклеточные виды (Медведева, 2014).

На обследованных нами участках р. Амур таковыми являлись полизональные планктонно-бентосные β -мезосапробы *Ulnaria ulna* и *Melosira varians*. Согласно литературным данным, эти виды – галофилы, предпочитающие стояче-текучие воды и обитающие в широком диапазоне pH (от 5 до 9) (Барина и др., 2006), наиболее часто встречаются в альгоценозах рек (Беляева, 2011). *Ulnaria ulna* доминировала в среднем Амуре, *Melosira varians* – в нижнем. Последняя в качестве доминанта в нижнем Амуре выступала в разные периоды наблюдений: в июне 2019 г. и августе–сентябре 2020 г., что говорит о сохранности здесь доминантного комплекса в безледный период.

Значительное варьирование количественных характеристик фитоперифитона исследуемого района в большей степени соответствовало концепции динамики пятен, чем классическому изменению показателей развития водорослей по мере продвижения от истока реки к устью. Пятнистость распределения водорослей зависит от многих факторов, которые можно назвать микрогидрологическими: размер камня, его положение относительно потока воды, скорость течения, степень стабильности грунта, а также освещенность (Медведева, 2001).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Совокупный список водорослей перифитона в среднем и нижнем течении р. Амур и нижеамурских водоемов был представлен 360 видами и внутривидовыми таксонами из восьми отделов. Его основу формировали диатомовые, зеленые водоросли и цианобактерии. Эти же группы наряду с харовыми играли главную роль в формировании численности и биомассы. Наиболее многочисленными цианобактерии были в озерах нижеамурской поймы. Численность фитоперифитона на всем исследуемом участке варьировалась в пределах 1,66–14 871,88 тыс. кл./см², биомасса – 0,03–60,49 г/м². Средняя биомасса фитоперифитона в Амурской области составляла 0,545 г/м², в Еврейской автономной области – 15,236 г/м², в Хабаровском крае – 6,865 г/м². Основным доминантом по биомассе в среднем Амуре являлась *Ulnaria ulna*, в нижнем – *Melosira varians*.

ЛИТЕРАТУРА

- Барина С. С., Медведева Л. А., Анисимова О. В.** Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. – Тель-Авив : Pilies Studio, **2006**. – 498 с.
- Беляева П. Г.** Структура фитоперифитонных сообществ в речных экосистемах (обзор) // Изв. Пензенского гос. пед. ун-та им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – **2011**. – № 25. – С. 484–492.
- Водоросли** : Справ. / С. П. Вассер, Н. В. Кондратьева, Н. П. Масюк и др. – Киев : Наукова думка, **1989**. – 608 с.
- Вшивкова Т. С., Никулина Т. В., Каниюкова Е. В. и др.** Исследования пресноводной флоры и фауны бассейна озера Ханка // III Дальневост. конф. по заповед. делу (9–12 сент. 1997 г., Владивосток) : Тез. докл. – Владивосток : Дальнаука, **1997**. – С. 24–25.
- Генкал С. И., Кухаренко Л. А.** Новые данные к флоре диатомей реки Амур // Криптогамические исслед. на Дальнем Востоке. – Владивосток : ДВО АН СССР, **1990**. – С. 45–47.
- Кухаренко Л. А., Медведева Л. А.** Водоросли // Флора и растительность Уссурийского заповедника. – М. : Наука, **1978**. – С. 18–35.
- Кухаренко Л. А., Медведева Л. А., Барина С. С., Батенок И. Н.** Водоросли // Флора и растительность Большехехирского заповедника. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, **1986**. – С. 13–29.
- Кухаренко Л. А., Науменко Ю. В.** Оценка качества воды реки Амур по сапробности водорослей // Криптогамические исслед. на Дальнем Востоке. – Владивосток : ДВО АН СССР, **1990**. – С. 48–59.
- Медведева Л. А., Никулина Т. В.** Продольное распределение водорослей перифитона реки Фроловка // Систематика и экология речных организмов. – Владивосток : ДВО АН СССР, **1989**. – С. 142–158.
- Медведева Л. А.** Некоторые данные о динамике численности и биомассы эпилитонных водорослей реки Кедровая // Чтения памяти В. Я. Леванидова. – Владивосток : Дальнаука, **2001**. – Вып. 1. – С. 31–37.
- Медведева Л. А.** Результаты альгологического обследования средней части бассейна реки Бурей // Гидроэкол. мониторинг зоны влияния Бурейского гидроузла. – Хабаровск : Дальнаука, **2007**. – С. 64–80.
- Медведева Л. А.** Перифитонные водоросли Зейского водохранилища // Гидробиол. мониторинг зоны влияния Зейского гидроузла. – Хабаровск : Дальнаука, **2010**. – С. 92–107.
- Медведева Л. А.** Количественные характеристики сообществ перифитонных водорослей реки Кедровая (Приморский край) // Чтения памяти В. Я. Леванидова. – Владивосток : Дальнаука, **2014**. – Вып. 6 – С. 443–452.
- Медведева Л. А.** Особенности сообществ перифитонных водорослей реки Зея после плотины Зейской ГЭС (Амурская область) // Жизнь пресных вод. – Владивосток : Дальнаука, **2016**. – Вып. 2. – С. 116–127.
- Медведева Л. А.** Новые данные о флоре пресноводных водорослей Большехехирского заповедника (Хабаровский край) // Биота и среда заповед. территорий. – **2019**. – № 2. – С. 5–26.
- Медведева Л. А., Никулина Т. В.** Видовое разнообразие цианобактерий и водорослей водоемов бассейна р. Бурей (Хабаровский край) // Чтения памяти В. Я. Леванидова. – Владивосток : Дальнаука, **2019**. – Вып. 8. – С. 91–113.
- Медведева Л. А., Семенченко А. А.** Структурные особенности водорослей перифитона в водотоках бассейна реки Зея (Амурская область) // Биология внутр. вод. – **2019**. – № 1. – С. 23–30.
- Метелева Н. Ю.** Структура и продуктивность фитоперифитона водоемов бассейна Верхней Волги : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Борок : ИБВВ, **2013**. – 22 с.
- Никулина Т. В.** Водоросли перифитона и определение качества воды р. Комаровка // Северная Пацифика: гидрометеорология, охрана окружающей среды, география : Междунар. конф. – Владивосток : ДВГУ, **1994**. – С. 58–59.

Никулина Т. В., Гамбарян С. К., Вшивкова Т. С. Пресноводная флора (видовой состав водорослей и водно-прибрежных мохообразных и их эколого-географическая характеристика) // Гидробиол. исслед. в Уссурийском заповеднике им. акад. В. Л. Комарова. – Владивосток : Дальнаука, **1996**. – Ч. II. – С. 1–56.

Никулина Т. В. Таксономическая структура и эколого-географическая характеристика альгофлоры бассейна реки Раздольной (Приморье) // Чтения памяти В. Я. Леванидова. – Владивосток : Дальнаука, **2005**. – Вып. 3. – С. 221–236.

Никулина Т. В. Водоросли // Флора, растительность и микобиота заповедника «Уссурийский». – Владивосток : Дальнаука, **2006**. – С. 29–50.

Никулина Т. В. Видовой состав альгофлоры и определение качества воды р. Тырма (приток реки Бурея) // Гидроэкол. мониторинг зоны влияния Бурейского гидроузла. – Хабаровск : ИВЭП ДВО РАН, **2007**. – С. 80–94.

Никулина Т. В. Видовое разнообразие диатомовых водорослей реки Онон и ее притоков (бассейн реки Амур) // Пресновод. экосистемы бассейна реки Амур. – Владивосток : Дальнаука, **2008**. – С. 89–98.

Никулина Т. В. Пространственная динамика перифитонных альгосообществ р. Комаровка (заповедник «Уссурийский», Россия) // Леса рос. Дальнего Востока: 150 лет изучения : Материалы Всерос. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения чл.-кор. РАН Б. П. Колесникова. – Владивосток : Дальнаука, **2009**. – С. 278–281.

Никулина Т. В. Анализ диатомовой флоры оз. Чля (нижний Амур) // Регионы нового освоения: теоретические и практические вопросы изучения и сохранения биологического и ландшафтного разнообразия : Тез. докл. межрег. конф. – Хабаровск : ИВЭП, **2012**. – С. 218–220.

Никулина Т. В. Дополнение к диатомовой флоре Хинганского государственного природного заповедника // X Дальневост. конф. по заповед. делу : Материалы конф. – Благовещенск : БГПУ, **2013**. – С. 239–240.

Никулина Т. В., Куклин А. П. Флора диатомовых водорослей бассейнов рек Шилки и Ингоды (Верхний Амур, Забайкальский край) // Жизнь пресных вод. – Владивосток : Дальнаука, **2013**. – Вып. 1 – С. 61–83.

Никулина Т. В. Видовой состав альгофлоры Нижнего Амура в 2005–2014 гг. и оценка качества воды по данным биологического анализа // Чтения памяти В. Я. Леванидова. – Владивосток : Дальнаука, **2014**. – Вып. 6 – С. 483–500.

Протасов А. А. Пресноводный перифитон. – Киев : Наукова думка, **1994**. – 307 с.

Русанов А. Г., Хромов В. М. Продольное распределение водорослей перифитона в реке Москве в условиях евтрофирования // Вод. ресурсы. – **2016**. – Т. 43, № 3. – С. 1–10.

Сиротский С. Е., Медведева Л. А., Макаrenchенко Е. А., Макаrenchенко М. А. Гидробиологическое состояние водотоков в районе деятельности горнообогатительного комбината п. Многовершинный // Биогеохим. и экол. оценки техногенных экосистем бассейна р. Амур. – Владивосток : Дальнаука, **1994**. – С. 68–81.

Шулькин В. М., Никулина Т. В. Химический состав вод и водоросли перифитона р. Рудная // Чтения памяти В. Я. Леванидова. – Владивосток : Дальнаука, **2014**. – Вып. 6. – С. 763–777.

Шулькин В. М., Никулина Т. В. Комплексная оценка качества речных вод Приморского края РФ по химическим характеристикам и составу водорослей перифитона // Биология внутр. вод. – **2015**. – Т. 8, № 1. – С. 19–29.

Nikulina T. V. Algal flora of the Ussuri River, Primorye (A preliminary report) // Report of the Studies on the Structure and Function of River Ecosystems of the Far East. – **1995**. – Vol. 3. – P. 20–23.

Nikulina T. V., Kuklin A. P. Biodiversity and ecological characteristic of diatom flora of Argun River basin (Upper Amur, Russia) // 3rd International Symposium of Benthological Society of Asia. Vladivostok, Russian Federation. August 24–27, 2016 : Abstract Book. – Vladivostok : Dalnauka, **2016**. – P. 91.